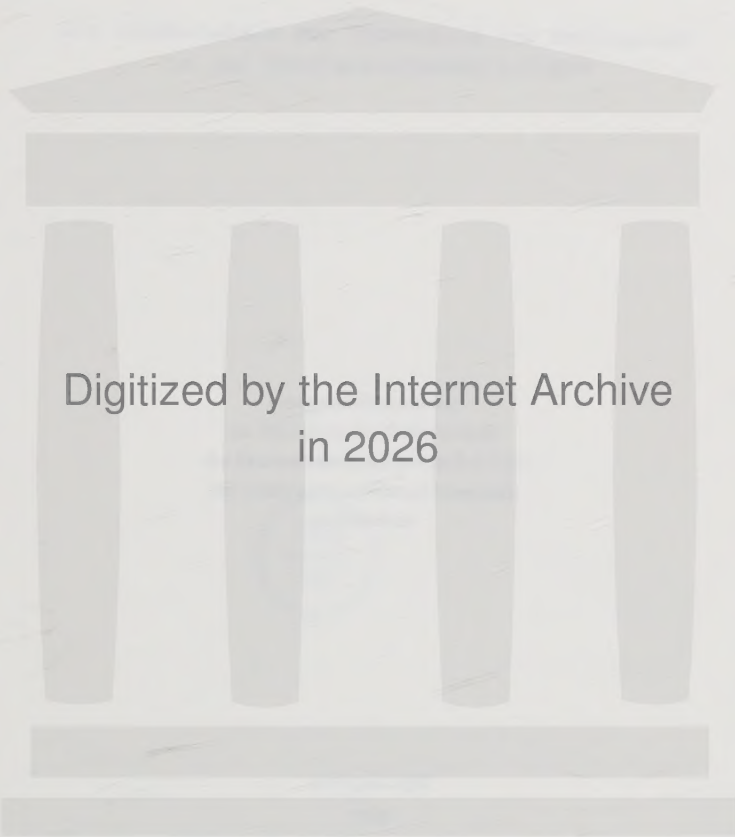


# **Die Zulässigkeit der Verwendung der Mathematik in der Betriebswirtschaftslehre**

Dieter Auffhammer

1975





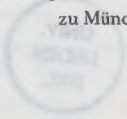
Digitized by the Internet Archive  
in 2026

[https://archive.org/details/IA41551923\\_0001](https://archive.org/details/IA41551923_0001)



Die Zulässigkeit der Verwendung der Mathematik  
in der Betriebswirtschaftslehre

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde  
der Staatswissenschaftlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität  
zu München



vorgelegt  
von

Dieter Auffhammer

1975



Referent:

Prof. Dr. P. Scherpf

Koreferent:

Prof. Dr. Dr.h.c. E. Heinen

Tag der mündlichen Prüfung:

21. Juli 1975

## Inhaltsverzeichnis

|                                                                                                                                                  | Seite |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Einführung                                                                                                                                       | 1     |
| Erstes Kapitel: Die Zulässigkeit der Verwendung der<br>Mathematik in der Betriebswirtschafts-<br>lehre als wissenschaftstheoretisches<br>Problem |       |
| 1 Die Formalwissenschaft Mathematik                                                                                                              | 10    |
| 11 Zum Begriffsinhalt                                                                                                                            | 10    |
| 12 Die Eigenschaftsmerkmale der modernen<br>Mathematik                                                                                           | 13    |
| 121 Die Axiomatik                                                                                                                                | 13    |
| 1211 Axiomatische Systeme                                                                                                                        | 13    |
| 1212 Der Folgerungsbegriff                                                                                                                       | 15    |
| 122 Der Formalismus                                                                                                                              | 16    |
| 1221 Die Semiotik als sprachtheoretische<br>Grundlage                                                                                            | 17    |
| 1222 Zum Begriff Formalismus                                                                                                                     | 19    |
| 1223 Die Symbolsprache als Ausdrucks-<br>mittel des mathematischen Formalismus                                                                   | 23    |
| 1224 Die Komponenten des symbolsprachlichen<br>Formalismus                                                                                       | 24    |
| 1225 Die Syntaktik des symbolsprachlichen<br>Formalismus                                                                                         | 27    |
| 123 Die ontologische Unabhängigkeit                                                                                                              | 29    |
| 124 Der tautologische Charakter mathematischer<br>Sätze                                                                                          | 30    |
| 13 Die Mathematik als Sprache besonderer Art                                                                                                     | 33    |
| 131 Die Sprache Mathematik in semiotischer<br>Analyse                                                                                            | 33    |
| 132 Die Funktionen der Sprache Mathematik<br>in der Betriebswirtschaftslehre                                                                     | 36    |
| 1321 Mathematik als Darstellungsmittel                                                                                                           | 38    |
| 1322 Mathematik als Erkenntnismittel                                                                                                             | 42    |

|                                                                                          | Seite |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 2 Die Realwissenschaft Betriebswirtschaftslehre                                          | 45    |
| 21 Die Theoriebildung als "zentrales" Ziel der Realwissenschaft Betriebswirtschaftslehre | 45    |
| 22 Realwissenschaftliche Aussagesysteme in sprachlogischer Analyse                       | 47    |
| 221 Die sprachliche Basis der Aussagen                                                   | 47    |
| 2211 Die Prädikation als Grundlage der Wissenschaftssprache                              | 47    |
| 2212 Die Konstruktion der Sätze                                                          | 50    |
| 222 Die "Aussagekategorien" realwissenschaftlicher Aussagesysteme                        | 52    |
| 2221 Singuläre Aussagen                                                                  | 52    |
| 2222 Universelle Aussagen                                                                | 53    |
| 2223 Der nomologisch-hypothetische Charakter universeller Aussagen                       | 54    |
| 223 Die Struktur realwissenschaftlicher Aussagesysteme                                   | 55    |
| 2231 Die Erklärung individueller Sachverhalte                                            | 56    |
| 2232 Die Prognose realer Sachverhalte                                                    | 58    |
| 23 Anforderungen der analytischen Wissenschaftstheorie an realwissenschaftliche Aussagen | 59    |
| 231 Der empirische Gehalt der Aussagen                                                   | 60    |
| 232 Die faktische Wahrheit der Aussagen                                                  | 65    |
| 3 Zur Zulässigkeit der Anwendung der Mathematik in der Betriebswirtschaftslehre          | 68    |
| 31 Die methodologische Begründung der Zulässigkeit mathematisch-formulierter Aussagen    | 69    |
| 311 Die ontologische Unabhängigkeit der Mathematik als methodologische "Legitimation"    | 69    |

|                                                                                                                                        | Seite |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 312 Isomorphie als methodologische Voraussetzung der Zulässigkeit der Mathematikverwendung                                             | 72    |
| 3121 Mathematische Struktur und Modellisomorphie                                                                                       | 72    |
| 3122 Der allgemeine Isomorphienachweis                                                                                                 | 75    |
| 32 Die Anforderungen der analytischen Wissenschaftstheorie an realwissenschaftliche Aussagen als Kriterien der Zulässigkeitsfrage      | 79    |
| 321 Die Erfüllung der formalen Anforderungen                                                                                           | 79    |
| 322 Die Erfüllung der inhaltlichen Anforderungen                                                                                       | 81    |
| 3221 Die Erklärungskraft mathematischer Aussagesysteme auf der Basis des Popperschen Kriteriums der Falsifizierbarkeit                 | 81    |
| 3222 Der Erklärungsgehalt mathematischer Aussagesysteme im Lichte des Carnap'schen Kriteriums der Prognoserelevanz                     | 85    |
| 33 Zusammenfassung und Ergebnis der wissenschaftstheoretischen Untersuchung                                                            | 90    |
| Zweites Kapitel: Die Zulässigkeit der Verwendung der Mathematik in der Betriebswirtschaftslehre als sprachlogisch-technisches Problem  | 93    |
| 1 Die Zulässigkeit der Mathematik als Instrument der Betriebswirtschaftslehre in problemorientierter Sicht                             | 94    |
| 11 Zur Problemsituation                                                                                                                | 94    |
| 12 Die Problematik der deskriptiven Klassifikation betriebswirtschaftlicher Probleme und mathematischer Methoden                       | 96    |
| 13 Die Systemtheorie als gemeinsamer Bezugsrahmen für die Klassifikation betriebswirtschaftlicher Probleme und mathematischer Methoden | 99    |
| 131 Die allgemeine Systemtheorie                                                                                                       | 99    |

|                                                                                                                                   | Seite |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 132 Systemtheorie in der Betriebswirtschaftslehre                                                                                 | 103   |
| 133 Die Eignung der Systemtheorie als gemeinsamer Bezugsrahmen                                                                    | 106   |
| 14 Die Verwendbarkeit mathematischer Methoden zur Lösung betriebswirtschaftlicher Probleme                                        | 108   |
| 141 Die Analyse auf der Basis der systemtheoretischen Problemtypologie                                                            | 108   |
| 1411 Die Typisierung der betriebswirtschaftlichen Probleme                                                                        | 108   |
| 1412 Die Systematisierung der mathematischen Methoden                                                                             | 110   |
| 1413 Die Gegenüberstellung betriebswirtschaftlicher Probleme und ihrer mathematischen Lösungsmethoden                             | 113   |
| 142 Die Analyse auf der Basis einer sozialwissenschaftlich orientierten Problemtypologie                                          | 114   |
| 143 Die Auswertung der Gegenüberstellungen als Ergebnis für die problemorientierte Untersuchung                                   | 117   |
| 2 Die Zulässigkeit der Verwendung der Mathematik in der Betriebswirtschaftslehre als Problem der "sprachlogischen Transformation" | 119   |
| 21 Das sprachlogische Transformationsproblem                                                                                      | 119   |
| 22 Die Allokation des Transformationsprozesses                                                                                    | 120   |
| 23 Die Analyse des Transformationsprozesses                                                                                       | 123   |
| 231 Die Analyse des verbal formulierten betriebswirtschaftlichen Problems als Ausgangspunkt der Transformation                    | 124   |
| 2311 Die Zielanalyse                                                                                                              | 125   |
| 2312 Die Datenanalyse                                                                                                             | 126   |
| 2313 Die Strukturanalyse                                                                                                          | 128   |
| 232 Die erste Teilphase: Die mathematische Fassung der Problemkomponenten                                                         | 130   |

|                                                                                                                               | Seite |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 2321 Die mathematische Zielformulierung                                                                                       | 130   |
| 2322 Die mathematisch-operationale Formulierung der Daten                                                                     | 132   |
| 2323 Die mathematische Erfassung struktureller Zusammenhänge                                                                  | 138   |
| 233 Die zweite Teilphase: Die Konstruktion des operationalen mathematischen Modelles                                          | 141   |
| 2331 Das mathematische Modell                                                                                                 | 141   |
| 2332 Die Modellkonstruktion als trivales technologisches Problem                                                              | 145   |
| 234 Die dritte Teilphase: Die Prüfung des mathematischen Modelles als Abschluß des Transformationsprozesses                   | 148   |
| 2341 Die Prüfung des mathematischen Modellansatzes                                                                            | 149   |
| 2342 Die Prüfung der mathematischen Operationalität des Modellansatzes                                                        | 151   |
| 24 Der abgeschlossene Transformationsprozeß als Basis der mathematischen Weiterverarbeitung betriebswirtschaftlicher Probleme | 153   |
| 241 Die mathematische Ergebnisfindung                                                                                         | 153   |
| 242 Die Interpretation der Kalkülergebnisse                                                                                   | 154   |
| 2421 Die "Retransformation"                                                                                                   | 154   |
| 2422 Die Auswertung der Kalkülergebnisse                                                                                      | 155   |
| 25 Die sprachlogische Transformation als Kriterium für die Zulässigkeit der Mathematik-anwendung                              | 156   |
| 251 Die Determinanten des Transformationsprozesses als technische Kriterien der Zulässigkeit der Mathematikanwendung          | 158   |
| 2511 Die Operationalität aller Aufgabenkomponenten                                                                            | 158   |
| 2512 Die Isomorphie von Real- und Modellstruktur                                                                              | 161   |

|                                                                                                          | Seite |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 2513 Die mathematische Operationalität<br>des (isomorphen) Modellansatzes                                | 163   |
| 252 Die graphische Darstellung der technischen<br>Zulässigkeitskriterien und ihrer Inter-<br>dependenzen | 166   |
| Zusammenfassung und Schluß                                                                               | 168   |
| Literaturverzeichnis                                                                                     | I     |

## Einführung

Quantitative Begriffe und damit verbunden mathematische Methoden spielen insbesondere in der angewandten Betriebswirtschaftslehre eine bedeutende Rolle.<sup>1)</sup> Die Notwendigkeit, exakte quantitative bzw. quantifizierbare Informationen für die betriebliche Disposition und Kontrolle zu gewinnen<sup>2)</sup>, erfordert es, die betriebswirtschaftlichen Geschehnisse in der Unternehmung rechnerisch zu durchdringen. Die frühe Entwicklung von Buchhaltung, Kostenrechnungssystemen und einfachen betriebsstatistischen Verfahren<sup>3)</sup>, die alle auf quantitativer Terminologie und mathematischer Methodik basieren, weist darauf hin, daß sich der wirtschaftende Mensch aus praktischen Erwägungen eines bestimmten quantitativ-mathematischen Instrumentariums bedienen muß, um seine wirtschaftlichen Aktivitäten zu koordinieren. Demzufolge werden solche in der Praxis bewährten formalsprachlichen Methoden als notwendige Bestandteile des Instrumentariums der Betriebswirtschaftslehre akzeptiert.<sup>4)</sup> Trotz des Anerkenntnisses ihrer Notwendigkeit erweist sich die Frage, ob und gegebenenfalls wie die Verwendung der Mathematik in der Betriebswirtschaftslehre methodologisch

- 1) vgl. Szyperski, N., Zur Problematik der quantitativen Terminologie in der Betriebswirtschaftslehre, Berlin 1962, S. 54
- 2) vgl. ebenda
- 3) vgl. Kulhavy, E., Betriebswirtschaftslehre und Systemforschung, in: Beiträge zur Begriffsbildung und Methode der Betriebswirtschaftslehre, Festschrift für W. Bouffier, Hrsg. Bratschitsch, R. und Vodrazka, K., Wien 1965, S. 82; Henn, R., Möglichkeiten, Ziele und Grenzen der Anwendung formaler Methoden in den Wirtschaftswissenschaften, in: Die Unternehmung 1964, S. 76 ff., hier S. 76
- 4) vgl. hierzu die vielen Schriften über Wirtschaftsrechnen, kaufmännisches Rechnen, "Mathematik für Volks- und Betriebswirte" u.ä., deren Erscheinungsjahre weit vor der Periode des sog. "älteren" Methodenstreites liegen

abzusichern sei, als problematisch.<sup>1)</sup>

Angesichts der in den Naturwissenschaften, insbesondere in der theoretischen Physik durch die Einführung mathematischer Methoden ausgelösten Erkenntnisfortschritte entstand auch in der Betriebswirtschaftslehre die Frage, ob die Anwendung mathematischer Formalismen für die Entwicklung der eigenen Disziplin nicht in ähnlicher Weise fruchtbar sein könne. Das Interesse an einer eventuellen Verwendung der Mathematik stützte sich insbesondere auf die eine Feststellung, wonach die Leistung der angewandten Mathematik in den Naturwissenschaften vornehmlich darauf beruht, daß es die exakte mathematische Formulierung von Naturgesetzen gestattet, verschiedene Theorien auf syntaktischer Ebene weiterzuentwickeln.<sup>2)</sup> Da der Objektbereich der Betriebswirtschaftslehre ebenso gewisse Gesetzmäßigkeiten einschließt, lag es nahe, die Vorteile der mathematisch-syntaktischen Ableitungsmethode<sup>3)</sup>, die überdies dem alten Leibnizschen Ideal einer mathesis universalis<sup>4)</sup> recht nahe zu kommen versprach, auf den Bereich der betriebswirtschaftlichen Theoriebildung zu übertragen.<sup>5)</sup>

- 1) vgl. z.B. Albert, H., Probleme der Theoriebildung, in: Theorie und Realität, Hrsg. ders., Tübingen 1964, S. 3 ff.; Hass, O., Versuch einer quantitativen Explikation der Dezentralisation von Entscheidungsprozessen in Unternehmungen, in: Probleme der Unternehmensführung, Festschrift für E.H. Sieber, Hrsg. Koller, H., Kicherer, H.P., München 1971, S. 157 ff.; Neuhauser, G., Grundfragen wirtschaftswissenschaftlicher Methodik, in: Methoden der Sozialwissenschaften, Hrsg. Thiel, M., München-Wien 1967, S. 96 ff.; Zimmermann, H.-J., Mathematische Entscheidungsforschung und ihre Anwendung auf die Produktionspolitik, Berlin 1963, S. 5 ff.; weitere Literatur in den Schriften zum "Methodenstreit"
- 2) vgl. z.B. Nemtschinow, Dadajan, et al., Mathematische Methoden in der Wirtschaft, Berlin 1944, S. 9
- 3) vgl. Hösch, F., Über die Erkenntnisleistung mathematischer Methoden in der Wirtschaftstheorie, Diss., München 1967, S. 25
- 4) vgl. Kade, G., Die logischen Grundlagen der mathematischen Wirtschaftstheorie als Methodenproblem der theoretischen Ökonomik, Berlin 1958, S. 11 ff.
- 5) vgl. Nemtschinow, Dadajan, et al., a.a.O., S. 9

Bei den nun folgenden Mathematisierungsversuchen ergaben sich jedoch Probleme bei der Informationsbeschaffung, insbesondere bei der Quantifizierung ökonomischer Tatbestände. Zudem stellte sich heraus, daß wesentliche betriebswirtschaftliche Fragestellungen einer mathematischen Bearbeitung offenbar nicht zugänglich waren.<sup>1)</sup> Solche Probleme gaben Anlaß, die Möglichkeit der Mathematikanwendung in den Sozialwissenschaften erneut zu überdenken. Mit der Einführung der modernen Produktionstheorie<sup>2)</sup> und der Entwicklung der OR-Verfahren<sup>3)</sup> wurde die bis dahin latente verfahrenstheoretische Frage zur offenen methodologischen Kontroverse.<sup>4)</sup> Die Diskussion in diesem Methodenstreit<sup>5)</sup> bezog sich insbesondere auf die Frage, ob mathematische Methoden in den Geisteswissenschaften anwendbar seien oder nicht.<sup>6)</sup> Das Problem wurde von den Neopositivisten in dem Sinne gelöst, daß die Anwendbarkeit der Mathematik allgemein gegeben sei.<sup>7)</sup> Die generelle Gültigkeit dieser Lösung wird offensichtlich von der faktischen Entwicklung in der betriebswirtschaftlichen Forschung bestätigt, so-

1) vgl. Hass, O., a.a.O., S. 157

2) vgl. Gutenberg, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Bd. 1, Die Produktion, 17. Aufl., Berlin-Heidelberg-New York 1970, Teil 2; auch: Heinen, E., Zum Wissenschaftsprogramm der entscheidungsorientierten Betriebswirtschaftslehre, in: ZfB 1969, S. 207 ff., hier S. 213

3) vgl. Neumann, J.v., Morgenstern, O., Theory of Games and Economic Behavior, 5. Aufl., Princeton 1953, S. 3 ff.; Zur Entwicklung des OR: Kulhavy, E., Operations Research. Die Stellung der Operationsforschung in der Betriebswirtschaftslehre, Wiesbaden 1963, S. 11 ff.

4) vgl. Kulhavy, E., a.a.O., S. 11

5) vgl. Albert, H., Der moderne Methodenstreit und die Grenzen des Methodenpluralismus, in: Jahrbuch für Sozialwissenschaft, 53. Jg., N.F., Jg. 12, 1961, S. 43 ff.

6) vgl. Hösch, F., a.a.O., S. 4

7) vgl. Hösch, F., ebenda; Angermann, A., Unternehmerische Entscheidungen und Operations Research, in: Betriebsführung und Operations Research, Hrsg. ders., Frankfurt/M. 1963, S. 9 ff., hier S. 11

weit man als Indiz hierfür die Anwendung der Mathematik als sprachliches Instrument anerkennt. Die Notwendigkeit für eine derartige Verwendung ist dabei darin zu sehen, daß betriebswirtschaftliche Einzelprobleme durch die zunehmende Auflösung teilweise wirklichkeitsfremder Prämissen bei gleichzeitiger Erweiterung der theoretischen Basis der Betriebswirtschaftslehre ständig komplexer werden. Diese Entwicklung macht es erforderlich, im Hinblick auf die Lösungsprozesse solcher Probleme Rationalisierungsgesichtspunkte in den Vordergrund zu stellen. Einen wesentlichen Beitrag hierzu liefern "sprachökonomische" Maßnahmen. Dabei ist zu beachten, daß betriebswirtschaftliche Sachverhalte häufig in einer Sprache dargeboten werden, die sich als Gemisch aus Umgangssprache und diversen wissenschaftlichen Fachsprachen präsentiert.<sup>1)</sup> Eine Vermischung verschiedener Sprachspiele<sup>2)</sup> führt jedoch naturgemäß zu Mißverständnissen<sup>3)</sup>, von denen ein Teil auf die unterschiedliche Interpretation sprachlicher Formulierungen und die ungleiche Verwendung von Fachvokabularen der einzelnen Sprachbereiche zurückzuführen ist.<sup>4)</sup> So haften auch der betriebswirtschaftlichen "Fachsprache" einige Mängel an<sup>5)</sup>, die ihre Eignung als Wissenschaftssprache in Frage stellen. Im Erkennen dieser Schwächen

- 1) vgl. Scheuch, F., Zur Verwendung lerntheoretischer Grundlagen in der Betriebswirtschaftslehre, in: ZfB 1971, S. 541 ff., hier S. 543
- 2) vgl. Albert, H., Theorie und Prognose in den Sozialwissenschaften, in: Logik der Sozialwissenschaften, Hrsg. Topitsch, E., Köln-Berlin 1968, S. 126 ff., hier S. 127
- 3) vgl. Katterle, S., Normative und explikative Betriebswirtschaftslehre, Göttingen 1964, S. 144 ff.
- 4) vgl. Scheuch, F., a.a.O., S. 543 f.; auch: Kroeber-Riel, W., Wissenschaftstheoretische Sprachkritik in der Betriebswirtschaftslehre, Berlin 1969
- 5) fehlende Präzision, Kontextabhängigkeit und irreführende Analogien der Begriffe, syntaktische Schwächen bei der Formulierung komplexer Sachverhalte, schlechte Eignung zur Ableitung logischer Schlüsse usw. (vgl. insbes. Kroeber-Riel, W., a.a.O.)

liegt eine Ursache für das Streben nach Verminderung der sprachlichen Reibungsverluste und nach größerer Exaktheit des sprachlichen Instrumentariums. Diese Tendenz findet ihren Ausdruck in der zunehmenden Verwendung allgemein anerkannter quantitativer Begriffe<sup>1)</sup> und mathematischer Formalismen. Viele verbalsprachlich formulierte betriebswirtschaftliche Probleme lassen sich in die mathematische Sprache transformieren, deren Konstruktion es gestattet, die Probleme im Wege syntaktischer Operationen einer Lösung näher zu bringen. In diesem Zusammenhang sei auch auf die Bedeutung der elektronischen Datenverarbeitung und die Computerwissenschaften hingewiesen, die durch Mechanisierung der Lösungssuche und -findung die Verbreitung der Mathematik in der Betriebswirtschaftslehre unterstützen.<sup>2)</sup>

Obwohl die Praxis der betriebswirtschaftlichen Forschung zeigt, daß in ihrem Bereich mathematische Methoden verwendet werden, bestehen doch weiterhin gewisse Zweifel an der generellen Anwendbarkeit der Mathematik in der Betriebswirtschaftslehre.<sup>3)</sup> Sie werden durch teils methodologische, teils mathematisch-technische Argumente begründet.

- 1) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., Methodologie der Betriebswirtschaftslehre, München 1971, S. 35; vgl. auch Kempfski, J.v., Zur Logik der Ordnungsbegriffe, besonders in den Sozialwissenschaften, Wiederabdruck in: Theorie und Realität, Hrsg. Albert, H., Tübingen 1964, S. 209
- 2) vgl. z.B. Bergner, H., Grundzüge der formalen Logik für den betriebswirtschaftlichen Gebrauch, in: Die Betriebswirtschaftslehre in der zweiten industriellen Evolution, Festschrift für Theodor Beste, Hrsg. Kortzfleisch, G.v., Berlin 1969, S. 1 ff., hier S. 7 ff., "Mechanisierung der Schließakte"
- 3) vgl. z.B. Seiffert, H., Einführung in die Wissenschaftstheorie, 1. Bd., Sprachanalyse, Deduktion, Induktion in Natur und Sozialwissenschaften, München 1969, S. 1; Fischer, G., Methodik und Probleme der Betriebspolitik, in: Rechnungswesen und Betriebswirtschaftspolitik, Festschrift für Gerhard Krüger, Hrsg. Layer, M. und Strebel, H., Berlin 1969, S. 79 ff.

Die methodologischen Einwendungen beziehen sich vornehmlich darauf, daß mathematische Verfahren ausschließlich zur Bearbeitung quantitativer, kausaldeterminierter Zusammenhänge verwendbar seien. Nur solche Relationen könne die Mathematik mittels der ihr spezifischen Symbolik und Syntaktik abbilden.<sup>1)</sup> Zudem wäre die Mathematik aufgrund ihres tautologischen Charakters nicht in der Lage, echte Erkenntnisfortschritte zu erbringen.<sup>2)</sup>

Die technischen Einwendungen beziehen sich demgegenüber darauf, daß die eigentlichen betriebswirtschaftlichen Tatbestände, insbesondere deren humanitäre Komponenten in praxi nicht quantitativ zu erfassen und damit auch nicht mathematisch zu bearbeiten seien.<sup>3)</sup> Damit würden bestimmte ontologische Problemkategorien aus technischen Gründen einer exakten mathematischen Bearbeitung unzugänglich.<sup>4)</sup>

In solchen Argumenten manifestieren sich Bedenken, nach denen die Mathematik nur beschränkter Anwendbarkeit in der Betriebswirtschaftslehre fähig wäre. Dieser Anschauung widerspricht das Ergebnis des Methodenstreites<sup>5)</sup>, wonach mathematische Methoden als generell anwendbar bezeichnet werden. Aus dieser Divergenz der Meinungen ist zu folgern, daß eine vorläufig abschließende, eindeutige und allgemein akzeptierte Stellungnahme dazu fehlt, ob und unter welchen

- 1) Zum Quantifizierungsaspekt vgl.: Angermann, A., Unternehmerische Entscheidungen..., a.a.O., S. 12 und die dort angeführte Literatur; Zur Kausaldeterminierung vgl. z.B.: Adam, A., Helten, E., Scholl, F., Kybernetische Modelle und Methoden, Köln-Opladen 1970, S. 25
- 2) vgl. hierzu: Hösch, F., a.a.O., S. 35 und die dort angeführte Literatur
- 3) vgl. z.B. Rodenstock, R., Grenzen der Rechenhaftigkeit bei unternehmerischen Entscheidungen, in: Wissenschaftliche Betriebsführung und Betriebswirtschaftslehre, Festschrift für Otto R. Schnutenhaus, Hrsg. Kroeber-Riel, W., Berlin 1969, S. 227
- 4) vgl. Morgenstern, O., Über die Genauigkeit wirtschaftlicher Beobachtungen, 2. neubearb. Aufl., Wien-Würzburg 1965, S. 105 f.
- 5) vgl. Albert, H., Der moderne Methodenstreit..., a.a.O., S. 143 ff.

Bedingungen die Verwendung der Mathematik in der Betriebswirtschaftslehre "zulässig"<sup>1)</sup> sei. Dieser Frage, die trotz der Entwicklung in der betriebswirtschaftlichen Forschungspraxis an Aktualität nichts eingebüßt hat, soll in der vorliegenden Arbeit nachgegangen werden. Entsprechend der Eigenart der Problembestandteile umfaßt die Untersuchung einen methodologischen und einen technischen Teil.

Im ersten Kapitel wird der methodologische<sup>2)</sup> (wissenschaftstheoretische<sup>3)</sup>) Aspekt der Problemstellung untersucht. Zu diesem Zweck ist zunächst die Formalwissenschaft Mathematik zu analysieren. Dabei soll festgestellt werden, inwieweit bereits ihre Merkmale und Eigenschaften ihre Funktionen, Einsatzmöglichkeiten und damit ihre Zulässigkeit in der Betriebswirtschaftslehre determinieren. Weiter ist zu untersuchen, ob die sprachlichen Merkmale der Mathematik ihre Charakterisierung als Symbolsprache mit axiomatisch aufgebauter logischer Syntaktik zulassen und ob eine "Sprache" Mathematik im Bereich betriebswirtschaftlicher Theoriebildung Anwendung finden kann. Entsprechend dem Wissenschaftsverständnis der analytischen Wis-

- 1) Durch die Einführung des Begriffes "Zulässigkeit" in die vorliegende Themenstellung soll die Untersuchung der komplexen Problematik der Verwendung mathematischer Methoden in der Betriebswirtschaftslehre auf die Analyse ihrer wissenschaftstheoretischen bzw. methodisch-technischen Dimensionen eingeengt werden. Unter dem Zulässigkeitsaspekt richtet sich die Fragestellung des Themas vornehmlich darauf, ob und/oder inwieweit methodologische bzw. methodisch-technische Einwendungen gegen die Verwendung mathematischer Methoden in der Betriebswirtschaftslehre bestehen. Die "pragmatische Relevanz" (Kirsch, W., Bamberger, J., Gabele, E., Klein, H.K., Betriebswirtschaftliche Logistik, Wiesbaden 1973, S. 451 f.), d.h. die Beurteilung von Gesichtspunkten wie Effizienz, Zweckadäquanz, Mächtigkeit (power), Wirtschaftlichkeit usw. mathematischer Methoden und ihrer Lösungen soll demzufolge außer Betracht bleiben.
- 2) vgl. Bocheński, J.M., Zeitgenössische Denkmethoden, Berlin-München 1965, S. 16
- 3) vgl. Stegmüller, W., Wissenschaftstheorie, in: Das Fischer Lexikon, Bd. II, Hrsg. Diemer, A.v., Frenzel, J.v., 2. Aufl., Frankfurt/Main 1958, S. 334 f.

senschaftstheorie<sup>1)</sup> werden an erfahrungswissenschaftliche Aussagen bestimmte Anforderungen gestellt, denen mathematisch formulierte Aussagen ebenso wie verbal formulierte zu genügen haben, soweit sie Anspruch auf Wissenschaftlichkeit erheben. Die Analyse dieses Problemkomplexes ist insoweit erschwert, als bestimmte Vertreter der analytischen Wissenschaftstheorie, z.B. Carnap und Popper die Sachlage teilweise unterschiedlich beurteilen<sup>2)</sup>, wenngleich sie im Ergebnis übereinstimmen: Der Nachweis der Isomorphie der Realstrukturen des betriebswirtschaftlichen Objektbereiches mit den zur modellmäßigen Erfassung verwendeten mathematischen Strukturen bildet das wesentliche Kriterium für die Zulässigkeit der Verwendung der Mathematik in der Betriebswirtschaftslehre.

Neben der Problematik des Nachweises einer Strukturgleichheit zwischen logischen Kalkülen und den schwer faßbaren sozialen Phänomenen beinhaltet das Isomorphiepostulat auch mathematisch-technische Problemkomponenten. Dies macht es erforderlichlich zu untersuchen, inwieweit das mathematische Instrumentarium geeignet ist, betriebswirtschaftliche Probleme adäquat abzubilden, bzw. einer Lösung zuzuführen. In dieser Frage manifestiert sich der technische Aspekt des Zulässigkeitsproblem, der den Gegenstand des zweiten Kapitels bildet.

Dem ersten Abschnitt des zweiten Kapitels liegt ein problemorientierter Ansatz zugrunde. Es wird untersucht, ob beim derzeitigen Stand der Entwicklung sowohl der betriebswirtschaftlichen als auch der mathematischen Forschung bestimmte betriebswirtschaftliche Problemkategorien

---

1) vgl. Dlugos, G., Die analytische Wissenschaftstheorie als Regulativ betriebswirtschaftlicher Forschung, in: Wissenschaftstheorie und Betriebswirtschaftslehre, Hrsg. Dlugos, G., Eberlein, G., Steinmann, H., Düsseldorf 1972, S. 24

2) vgl. ausführlich: S. 60 ff.

einer mathematischen Bearbeitung verschlossen sind. Zu diesem Zweck werden Problembereiche der Betriebswirtschaftslehre katalogisiert und mit den zu ihrer Bearbeitung verwendbaren mathematischen Methodengruppen konfrontiert. Das notwendigerweise historische<sup>1)</sup> Ergebnis dieser Untersuchung zeigt, ob für alle betriebswirtschaftlichen Problembereiche ein adäquates mathematisches Bearbeitungsverfahren existiert, oder ob bestimmte Bereiche nicht mathematisierbar sind.

Im zweiten Abschnitt des zweiten Kapitels steht die Technologie der Mathematik im Vordergrund der Betrachtung. Dabei geht es insbesondere um die Problematik des Transformationsprozesses, durch den betriebswirtschaftliche, meist verbalsprachlich formulierte Aufgabenstellungen in syntaktisch bearbeitbare mathematische Modelle umgeformt werden. Die analytischen Anfangsphasen dieses Prozesses, die sich mit der Darstellung und Übersetzung der Aufgabenkomponenten befassen, finden dabei ihre Fortsetzung in der synthetischen Phase der Modellbildung; an ihrem Ende steht das operational formulierte isomorphe mathematische Modell des betriebswirtschaftlichen Problems. Im Ergebnis der Analyse des Transformationsprozesses wird sich zeigen, ob die Zulässigkeit der Verwendung der Mathematik im betriebswirtschaftlichen Objektbereich außer von der Erfüllung des Isomorphiepostulates noch von anderen technischen Kriterien abhängig gemacht werden muß, oder ob sie generell bejaht werden kann.

---

1) Da sich die Untersuchung auf den aktuellen Stand der Forschung bezieht, muß dem Ergebnis ein historischer Bezug attestiert werden.

## Erstes Kapitel

### Die Zulässigkeit der Verwendung der Mathematik in der Betriebswirtschaftslehre als wissenschaftstheoretisches Problem

#### 1 Die Formalwissenschaft Mathematik

##### 11 Zum Begriffsinhalt

Gegenstand der Formalwissenschaften, und damit auch der Mathematik, sind generell Konstruktion, Analyse und Anwendungsbestimmungen von Kalkülen. Dabei besteht ein Kalkül<sup>1)</sup> allgemein aus einer Menge von Elementen und Operationsregeln<sup>2)</sup>, die keinen Bezug zur erfahrbaren Wirklichkeit besitzen.

Eine Eingrenzung der speziellen Formalwissenschaft Mathematik hinsichtlich ihrer Begriffsin-tension be-reitet einige Schwierigkeiten. Selbst den Mathematikern scheint es problematisch<sup>3)</sup>, den Begriff Mathematik zu definieren.<sup>4)</sup> Als begrifflich zu eng erweisen sich in jedem Falle traditionelle Auffassungen vom Wesen der Mathematik, wie die, "...daß sie die Wissenschaft von

- 
- 1) zum Begriff Kalkül: vgl. Carnap, R., Introduction to Semantics and Formalization of Logic, Cambridge/Mass. 1961, § 24; Grochla, E., Modelle als Instrumente der Unternehmensführung, in: ZfbF 1969, S. 382 ff.; Kade, G., Die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 44 ff.
  - 2) vgl. Czayka, L., Über die Bedeutung der Formalwissenschaften für die Wirtschaftswissenschaft, in: Operations Research-Verfahren II, Hrsg. Henn, R., Meisenheim a.G. 1965, S. 311 ff., hier S. 312
  - 3) vgl. Hösch, F., a.a.O., S. 14
  - 4) vgl. Weissinger, J., Wesenszüge des mathematischen Denkens, Karlsruher Akademische Reden, N.F. Nr. 20, Karlsruhe 1962, S. 7

der Zahl und vom Raum sei..."<sup>1)</sup>, oder von den Quantitäten und dem höheren Rechnen, also letztlich immer auf zahlenmäßiges Denken abziele.<sup>2)</sup>

Abweichend hiervon wird Mathematik heute allgemein als Strukturforschung aufgefaßt, "als die Analyse abstrakter Strukturen, unabhängig davon, ob sie in ... der empirischen Realität ... realisiert sind."<sup>3)</sup> Diese Aussage wird von Weyl dahingehend interpretiert, daß die Mathematik allgemeine hypothetisch-deduktive Relationslehre ist, die die Theorie logischer Leerformen entwickelt, ohne sich an irgendeine Interpretation zu binden.<sup>4)</sup> In ähnlich genereller Form definiert Reichenardt Mathematik, wenn er von ihr als einer Methode spricht, "mit der die implizierten Konsequenzen von formal definierten Elementen und Relationen systematisch untersucht und dargestellt werden".<sup>5)</sup>

Diese modernen Definitionen weisen deutlich auf den Charakter der Mathematik als Teilgebiet der Logik hin<sup>6)</sup>

---

1) Albert, H., Probleme der ..., a.a.O., S. 36

2) vgl. ebenda; Fels, E., Tintner, G., Methodik der Wirtschaftswissenschaft, in: Methoden der Sozialwissenschaften, Hrsg. Thiel, M., a.a.O., S. 63; Kulhavy, E., Operations Research ..., a.a.O., S. 158

3) Albert, H., Probleme der Theoriebildung, a.a.O., S. 36

4) vgl. Weyl, H., Philosophie der Mathematik und der Naturwissenschaft, in: Handbuch der Philosophie, Hrsg. Baeumler, A., Schröter, M., München-Berlin 1927, S. 23; vgl. auch: Kade, G., Die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 46

5) Reichenardt, H., Mathematische Wirtschaftstheorie, in: HdSW, Bd. 7, Stuttgart-Tübingen-Göttingen 1961, S. 233 f.

6) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 97; Hösch, F., a.a.O., S. 19; Weinberg, P., Betriebswirtschaftliche Logik, Bd. 1 der Schriftenreihe: Wirtschaftstheorie der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Hrsg. Eberlein, G., Kroeber-Riel, M., Düsseldorf 1971, S. 14 und die dort angeführte Literatur

und entfernen sich zunehmend von einer Begriffsinterpretation, die ausschließlich quantitative Zusammenhänge betrifft. Im Mittelpunkt neuzeitlicher Begriffsbestimmungen stehen so gesehen Definitionsmerkmale, die eine enge Verwandtschaft wenn nicht sogar Kongruenz von Mathematik und mathematischer Logik als einem Teilgebiet der formalen Logik erkennen lassen:<sup>1)</sup> Der Charakter der axiomatisierten<sup>2)</sup> logischen Relationslehre<sup>3)</sup> (Mathematik als logisches Axiomensystem), die Formalisierung<sup>4)</sup> und die "ontologische Unabhängigkeit der mathematischen Gegenstände...".<sup>5)</sup>

- 
- 1) vgl. Ackermann, W., Philosophische Bemerkungen zur mathematischen Logik und zur mathematischen Grundlagenforschung, in: Ratio, Bd. 1, 1957, S. 10; Albert, H., Probleme der Wissenschaftslehre in der Sozialforschung, in: Handbuch der empirischen Sozialforschung, Hrsg. König, R., Stuttgart 1962, S. 38 ff., hier S. 42; vgl. Allen, R.G.D., Mathematische Wirtschaftstheorie, Berlin 1971, Einl. S. XIX; Leinfellner, W., Zum sprachkritischen Methodenstreit in der Betriebswirtschaftslehre, in: ZfbF 1970, S. 582 ff., hier S. 589; zur mathematischen Logik vgl.: Bocheński, J.M., Zeitgenössische Denkmethode, a.a.O., S. 83 ff.
  - 2) vgl. Kade, G., Die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 46
  - 3) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 96
  - 4) vgl. Bocheński, J.M., a.a.O., S. 85
  - 5) Kade, G., Die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 45 f. Die Teilaspekte, in denen quantitative Aussageformen vorherrschen, werden dagegen heute nur noch als Sonderfälle der allgemeinen Relationslehre angesehen.

## 12 Die Eigenschaftsmerkmale der modernen Mathematik

### 121 Die Axiomatik

#### 1211 Axiomatische Systeme

Kade bezeichnet als Haupteigenschaft mathematischen Denkens die Axiomatik;<sup>1)</sup> aus bestimmten a priori festgelegten Aussagen werden andere Aussagen vermittlems vereinbarter Schlußregeln "erschlossen". Untersuchungen zur modernen Logik zeigen weiterhin, daß die Mathematik bzw. die mathematische Logik als eines von vielen möglichen Axiomensystemen gelten kann.<sup>2)</sup> Dieser axiomatische Charakter der Mathematik<sup>3)</sup> soll am Beispiel eines nicht näher definierten logischen Axiomensystems verdeutlicht werden.<sup>4)</sup>

Ein axiomatisches (Aussage-)System umfaßt die Gesamtheit der Aussagen eines bestimmten Individuenbereiches, aufgespalten in zwei Teilklassen. Die eine beinhaltet die "Grundaussagen", die sog. Axiome.<sup>5)</sup> Sie unterscheiden sich von den anderen Aussagen des Systems dadurch, daß sie nicht im System abgeleitet, sondern aufgrund konventioneller Setzung festgelegt werden. Während die traditionelle Axiomatik an die Aufstellung von Axiomen gewisse Bedingungen, wie vollständige Evidenz oder "ontologische Priorität" knüpft,<sup>6)</sup> sieht der moderne

1) vgl. Kade, G., Die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 46; vgl. zu Axiomatik: Heyting, A., Mathematische Grundlagenforschung. Intuitionismus. Beweistheorie, Berlin 1934, S. 30

2) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 96

3) vgl. Flechtner, H.J., Grundbegriffe der Kybernetik, Stuttgart 1966, S. 232

4) vgl. Hösch, F., a.a.O., S. 19

5) vgl. Lense, J., Vom Wesen der Mathematik und ihren Grundlagen, München 1949, S. 10

6) vgl. Bocheński, J.M., a.a.O., S. 78 f.

Axiomenbegriff vom Zwang zu "inhaltlicher oder anschaulicher Deutung"<sup>1)</sup> ab. Als Axiome können auch Aussagen vereinbart werden, für deren Richtigkeit keine realen Beweise vorliegen.<sup>2)</sup>

Die andere Klasse von Aussagen umfaßt aus den Axiomen abgeleitete Aussagen, die sog. Theoreme. Der Modus dieser Ableitung ist in den sog. Schlußregeln bestimmt, die ebenso wie die Axiome konventionell festgelegt werden.<sup>3)</sup>

An axiomatische Systeme werden bestimmte Anforderungen logischer Art gestellt, von deren Erfüllung es abhängt, ob eine Klasse von Aussagen als axiomatisches Aussagesystem zu bezeichnen ist.<sup>4)</sup>

Die Forderung der Widerspruchsfreiheit verlangt als unbedingte Voraussetzung, "daß ein Widerspruch im System überhaupt nicht vorkommen kann".<sup>5)</sup> Da aus einem widersprüchlichen Aussagesystem jede beliebige Aussage ableitbar ist, gibt es in ihm keinen Unterschied zwischen wahren und falschen Aussagen.<sup>6)</sup>

Das Postulat der Vollständigkeit fordert die Aufzählung (möglichst) aller problemrelevanten Axiome. Eine vollständige Aufzählung liegt vor, wenn sich über einen bestimmten Objektbereich keine Aussage mehr hinzufügen

---

1) Hösch, F., a.a.O., S. 20

2) vgl. Heyting, A., Mathematische Grundlagenforschung, a.a.O., S. 30; Weinberg, P., Betriebswirtschaftliche Logik ..., a.a.O., S. 17

3) siehe hierzu wie auch zum weiteren: Bocheński, J.M., a.a.O., S. 78 ff.

4) vgl. Czayka, L., a.a.O., S. 316; Bocheński, J.M., ebenda, S. 80 f.; Bierfelder, W., Wege und Irrwege mathematischen Denkens in Wirtschaftstheorie und Unternehmungspolitik, Nürnberg 1958, S. 13

5) Bocheński, J.M., ebenda, S. 80

6) vgl. ebenda

läßt, die nicht logische Folge der Axiome wäre.

Der Bedingung der Unabhängigkeit genügt das Axiomensystem dann, wenn kein Axiom aus den übrigen Axiomen ableitbar ist.<sup>1)</sup>

## 1212 Der Folgerungsbegriff

Neben den Axiomen und Theoremen besteht eine dritte konstituierende Komponente eines axiomatischen Systems im Komplex der Schlußregeln. Diese Regeln determinieren den Folgerungsbegriff eines bestimmten Systems vermittels einer bestimmten Menge von Beziehungen, die zwischen den Axiomen und den Theoremen des Systems oder - auf die Mathematik bezogen - den mathematischen Sätzen bestehen.<sup>2)</sup>

Danach werden die Theoreme aus den Axiomen gefolgert, und zwar in der Weise, "daß man zuerst die Prinzipien (Axiome und Regeln) setzt und von ihnen zu den Folgerungen schreitet".<sup>3)</sup> Als Arten des logisch-deduktiven Schließens<sup>4)</sup> werden hierbei die progressive und die regressive Deduktion angewendet.<sup>5)</sup> Die erstere findet in der Mathematik Anwendung bei der Ableitung mathema-

---

1) vgl. Bocheński, J.M., a.a.O., S. 80; Czayka, L., a.a.O., S. 316

2) vgl. Hösch, F., a.a.O., S. 22

3) Bocheński, J.M., a.a.O., S. 82

4) vgl. Carnap, R., Einführung in die symbolische Logik mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendungen, Wien 1960, S. 77 f.

5) vgl. hierzu: Bocheński, J.M., a.a.O., S. 82 f.; vgl. auch: Weinberg, P., Betriebswirtschaftliche Logik, a.a.O., S. 17; Progressio und Regressio: Man beachte hierbei die Analogie zu Prognose und Erklärung.

tischer Sätze aus den Axiomen.<sup>1)</sup> Mit Hilfe der regressiven Deduktion werden mathematische Sätze auf ihre Richtigkeit überprüft, d.h. es wird festgestellt, ob sich die mathematisch zu "beweisende" Aussage auf die Axiome zurückführen läßt.<sup>2)</sup>

## 122 Der Formalismus

Ein sinnfälliges Merkmal der Mathematik und im Grunde wohl das Kriterium, das von der Betriebswirtschaftslehre wegen seiner esoterischen theoretischen Methodik am meisten beargwöhnt wurde,<sup>3)</sup> ist der Formalismus. Um seine Wesenszüge exakt zu analysieren, erweist es sich als zweckmäßig, das terminologische Instrumentarium der Semiotik anzuwenden.

---

1) vgl. Hösch, F., a.a.O., S. 22; vgl. auch: Freytag-Löringhoff, B.v., Über die Bedeutung der Mathematik für die Philosophie, in: Studium Generale, Bd. 6 (1953), S. 603

2) vgl. Hösch, F., a.a.O., S. 22. Im Zusammenhang mit dem in der Mathematik verwendeten Folgerungsbegriff werden ferner über die Deduktion hinausgehend auch die Schlussoperationen der mathematischen Induktion angeführt (vgl. Bierfelder, W., a.a.O., S. 13 f.). Ohne näher auf die umstrittene Induktionsproblematik (vgl. z.B.: Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 70 ff.; Popper, K.R., Logik der Forschung, Tübingen 1966; Wöhe, G., Methodologische Grundprobleme der Betriebswirtschaftslehre, Meisenheim a.G. 1959; insbes. Carnap, R., Stegmüller, W., Induktive Logik und Wahrscheinlichkeit, Wien 1959) einzugehen, sei in Anlehnung an Bocheński festgestellt, daß es sich in beiden vorgenannten Fällen um unechte Induktion, d.h. um besondere Arten der Deduktion handelt (vgl. Bocheński, J.M., a.a.O., S. 117)

3) vgl. Literatur zum Methodenstreit

1221 Die Semiotik als sprachtheoretische Grundlage

Die Semiotik<sup>1)</sup> als Theorie der Zeichen und des Zeichengebrauches unterscheidet bei der Analyse beliebiger Zeichensysteme drei Dimensionen.<sup>2)</sup>

Die Syntaktik befaßt sich mit den Zeichen (Worten) selbst, d.h. mit ihrer Beschaffenheit, ihrer Anordnung, ihren Verknüpfungs- und ihren Umformungsmöglichkeiten.<sup>3)</sup> Daher besteht Syntaktik zum einen im Problem der Klassifikation der Zeichen aufgrund syntaktischer Merkmale und zum anderen aus der Konstruktion von Systemen, nach denen Zeichen oder Zeichenfolgen strukturiert werden können. Jedes dieser Systeme heißt Syntax.<sup>4)</sup> Generell wird hierbei von einer Interpretation der Zeichen oder deren Bedeutung abgesehen.

- 
- 1) zur Semiotik vgl. u.a.: Fitzgerald, I.J., Peirce's Theory of Signs as a Foundation for Pragmatism. Studies in Philosophy XI, The Hague, Paris 1966; Kirsch, W., Entscheidungsprozesse II. Informationsverarbeitungstheorie des Entscheidungsverhaltens, Wiesbaden 1971, S. 81; Mirow, H.M., Kybernetik. Grundlage einer allgemeinen Theorie der Organisation, Wiesbaden 1969, S. 36 ff.; Wiener, N., Kybernetik, 2. Aufl., Düsseldorf-Wien 1963, S. 54
  - 2) vgl. Adam, A., Kybernetische Probleme im Industriebetrieb, in: Wissenschaft und Praxis, ohne Hrsg., Köln-Opladen 1967, S. 329 ff., hier S. 330; Bocheński, J.M., Zeitgenössische Denkmethoden ..., a.a.O., S. 12 ff.; Morris, C., Signs, Language and Behavior, New York 1946, S. 345 ff.; Kroeber-Riel, W., a.a.O., S. 25
  - 3) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 30; Philipp, F., Betriebswirtschaftslehre, Betriebswirtschaft und Mathematik, in: ZfB 1960, S. 540 ff., hier S. 544
  - 4) vgl. Maser, S., Grundlagen der allgemeinen Kommunikationstheorie, Stuttgart-Berlin-Köln-Mainz 1971, S. 55 und die dort angeführte Literatur. Als Beispiel für ein syntaktisches System führt Bocheński die formale Theorie der Aussagenlogiken an (vgl. Bocheński, J.M., Menne, A., Grundriß der Logistik, 2. Aufl., Paderborn 1962, nach: Maser, S., a.a.O., S. 63)

Die Semantik als zweiter Teilbereich der Semiotik befaßt sich mit dem Objektbezug der Zeichen/Worte, d.h. mit der Relation, die zwischen dem bezeichneten Objekt und dem bezeichnenden Zeichen/Wort besteht.<sup>1)</sup> Sie zeigt also den Zusammenhang zwischen der realen ontologisch definierten Welt und dem Abbildungsmittel Zeichensystem/Sprache auf, wobei sie aber vom Benutzer der Zeichen/Worte abstrahiert.<sup>2)</sup> Analog zur Syntaktik befaßt sich auch die Semantik zunächst mit der Klassifikation von Zeichen/Worten, jedoch hier aufgrund von semantischen Merkmalen, die sich auf die Relation Zeichen-Objekt beziehen.<sup>3)</sup> Darüber hinaus befaßt sich die Semantik insbesondere mit der Bestimmung der Bedeutung von Zeichen/Worten und mit der Konstruktion von Regelsystemen, die die Verknüpfungsmöglichkeiten der Bedeutungen bestimmen.<sup>4)</sup>

Die Pragmatik ist der Bereich der Semiotik, der sich insbesondere mit der Beziehung des Zeichens/Wortes zum Benutzer oder Interpretanten befaßt. Dieser ordnet aufgrund bestimmter Zwecke, Ziele oder Wünsche einem Objekt ein Zeichen/Wort zu; er nimmt so zum Zwecke der

---

1) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 30; Kroeber-Riel, W., a.a.O., S. 25

2) Im Zusammenhang mit dem Objektbezug wurde von manchen Autoren aufgrund spezieller ontologischer Konzeption eine weitere semiotische Dimension, die Sigmatik eingeführt (vgl. z.B. Jirasek, J., Mai, D., Kybernetisches Denken in der Betriebswirtschaft, in: Grundlagen und Praxis der Betriebswirtschaft, Hrsg. RKW, Berlin 1972, S. 18; Klaus, G., (Hrsg.), Wörterbuch der Kybernetik, Berlin 1968, S. 565); diese feinere Differenzierung ist jedoch für die folgenden Ausführungen ohne Bedeutung.

3) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 30; zur Problematik der Klassifikation: vgl. Maser, S., a.a.O., S. 100 f.

4) vgl. Maser, S., a.a.O., S. 99. Im Rahmen der Semantik werden die Problemkreise der Begriffsbildung und der Definitionslehre untersucht. Dadurch erklärt sich der große Einfluß der Semantik auf die heutige Grundlagenforschung.

Kommunikation eine Bezeichnung vor.<sup>1)</sup> Hierbei tritt "das inhaltliche Problem des Interpretierens von Zeichen nach bestimmten Zwecken, Nutzungen und Werten auf, also das eigentliche, inhaltliche Problem der Kommunikation: ..." <sup>2)</sup>.

Üblicherweise werden die drei Teilbereiche der klassischen Semiotik als in der Reihenfolge der obigen Darstellung aufeinander aufbauend systematisiert. Maser interpretiert die semiotischen Dimensionen in seiner "transklassischen" Konzeption der Semiotik in anderer Weise: Er bezeichnet die Syntaktik als den formalwissenschaftlichen und die Pragmatik als normativen Aspekt der Semiotik.<sup>3)</sup> Die Festsetzungen der Pragmatik beeinflussen die der Semantik, beide zusammen die der Syntaktik.<sup>4)</sup> Syntaktik ist also stets in die Semantik und diese in die Pragmatik eingebettet.<sup>5)</sup>

Diese kurze Darstellung der Semiotik und ihrer Begriffe erlaubt es nun, den Begriff des mathematischen Formalismus näher zu untersuchen.

## 1222 Zum Begriff Formalismus

Generell bezeichnet der Begriff Formalismus ein rechnerisches Operieren mit einer Sprache auf syntaktischer Ebene, wobei von der semantischen Bedeutung der Sprach-

---

1) vgl. Maser, S., a.a.O., S. 126

2) ebenda

3) vgl. ebenda, S. 128

4) vgl. auch: Klaus, G., Die Macht des Wortes, 5. Aufl., Berlin 1969, S. 195

5) vgl. Maser, S., a.a.O., S. 128

elemente/Zeichen abstrahiert wird.<sup>1)</sup> Das Ziel solcher Operationen besteht allgemein in der Aufdeckung vor-handener struktureller Implikationen oder in der Deduktion "neuer" Aussagen.

Die Begründung des Formalismus liegt in der Mehr-dimensionalität sprachlicher Elemente.<sup>2)</sup> Bezogen auf das einzelne Sprachelement (z.B. ein Wort) drücken dessen semantischer und pragmatischer Aspekt den Objektbezug (i.w.S.) des Zeichens, seine Bedeutung oder seinen "eidetischen Sinn",<sup>3)</sup> dessen syntaktischer Aspekt den "operativen Sinn" dieses Zeichens aus.

Während das Vorhandensein eines eidetischen Sinnes, d.h. eines semantisch-pragmatischen Ideal- oder Realobjektbezuges auch die Ausstattung des Sprachzeichens mit einem operativen Sinn impliziert (die Bedeutung eines Wortes impliziert Verwendungsregeln für dieses Wort!), kann dagegen ein Sprachzeichen mit operativem Sinn versehen sein, ohne zugleich eidetisch sinnvoll sein zu müssen.<sup>4)</sup>

Die Umgangssprache, wie auch die verbale Fachsprache benötigen daher zur Erfüllung ihrer Aufgaben als Deskriptorensprachen vornehmlich Sprachelemente mit eidetischem Sinngehalt.

Der Formalismus bzw. die mathematische Logik sehen demgegenüber für die syntaktischen Operationen der Ableitungsprozesse von einer semantisch-pragmatischen Interpretation<sup>5)</sup> der Sprachzeichen ab. Nur der operative

---

1) vgl. Adam, A., Messen und Regeln in der Betriebswirtschaft, Würzburg 1959, S. 2; Klein, H.K., Heuristische Entscheidungsmodelle, Diss. München 1969, S. 5; Stehli, R.H., Mathematische Betrachtungen über die doppelte Buchhaltung, Zürich 1968, S. 13

2) vgl. S. 17 ff.

3) Bocheński, J.M. a.a.O., S. 45

4) vgl. ebenda

5) vgl. Grochla, E., a.a.O., S. 384

Sinn der inhaltlich neutralen<sup>1)</sup> Sprachelemente ist für die rechnerische Manipulation von Bedeutung; allein das Wissen um die für die Zeichenmanipulation geltenden syntaktischen Regeln ist für eine formalistische Zeichenoperation hinreichend. Auf dieser Abstraktion von der Eidetik der Sprachelemente beruht der besondere Vorzug des angewandten Formalismus, nämlich daß die Methodik des Rechnens, also des rein syntaktischen Verfahrens zum Auffinden von Lösungen auf "nicht-mathematische Gegenstände"<sup>2)</sup> angewendet werden kann.

Allerdings deutet der semantische Bezug in der Formulierung "nicht-mathematische Gegenstände" bereits an, daß der Formalismus im Sinne einer angewandten Methodik zumindest teilweise auf eine eidetische Interpretation der Sprachzeichen nicht verzichten kann: "Zweck des Rechnens, also des Formalismus, ist immer ein Wissen. Ein formalistisches System erfüllt also nur dann seine Aufgabe, wenn seine Ergebnisse letztlich eidetisch interpretierbar sind."<sup>3)</sup> Die eidetische Sinnkomponente der Sprachzeichen muß also den Bezug des Formalismus zum betrachteten Objektbereich herstellen. Des weiteren ist die eidetische Sinnkomponente der Sprachelemente von Bedeutung bei der Formulierung der Operationsregeln des Formalismus, "denn die Regeln sagen, was wir tun sollen";<sup>4)</sup> wir müssen also imstande sein, sie zu verstehen. Daraus folgt, daß kein System vollständig formalisiert werden kann, wenn es sinnvoll interpretiert werden soll; wenigstens seine Regeln können letzten

- 
- 1) vgl. Kraft, V., Die Grundformen der wissenschaftlichen Methoden, Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien, Phil.-hist. Kl., Bd. 203 III., Wien 1926, S. 76
  - 2) Bocheński, J.M., a.a.O., S. 44 "... Gebiete, die mit den Zahlen nichts zu tun haben ..."
  - 3) ebenda, S. 47; dies gilt auch für die reine Mathematik, z.B. Beweistheorie
  - 4) ebenda

Endes nie formalisiert werden.<sup>1)</sup>

Ein angewandter und somit teleologisch sinnvoll interpretierbarer Formalismus kann daher nicht ausschließlich mit einer Sprache entwickelt werden, deren Elemente sämtlich nur operativen Charakter besitzen. Entweder umfaßt diese Basisprache Sprachzeichen, die sowohl in eidetischer als auch in operativer Hinsicht interpretierbar sind, oder zur syntaktischen "Operatorensprache"<sup>2)</sup> des Formalismus muß eine zweite, eine Deskriptorensprache<sup>3)</sup> treten, die einerseits eine metasprachliche Funktion übernimmt, z.B. zur Formulierung syntaktischer Transformationsregeln, und andererseits in der Lage ist, als "Objektsprache" mittels Korrespondenzregeln die Operatorensprache mit der erfahrbaren Realität zu verbinden.

Aus diesen Überlegungen ist ersichtlich, daß sich prinzipiell keine natürliche Sprache, z.B. auch nicht die verbale Umgangssprache der Formalisierung entzieht.<sup>4)</sup> Nichtsdestoweniger bedient sich die moderne Mathematik für operative Zwecke in den formalisierten Ableitungen einer besonderen künstlichen Symbolsprache.<sup>5)</sup> Sie wird oft als Kalkül- oder Formalsprache bezeichnet.<sup>6)</sup>

---

1) vgl. Bocheński, J.M., a.a.O., S. 47; vgl. auch ebenda, S. 47 f. und Hösch, F., a.a.O., S. 67

2) Adam, A., Helten E., Scholl, F., a.a.O., S. 8

3) vgl. ebenda

4) vgl. Kade, G., die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 30

5) Der Ausdruck Symbolsprache kann u.U. mehrdeutig sein: Jede Sprache benutzt Symbole; der Unterschied zur natürlichen Sprache liegt darin, daß die z.B. "mathematische" Symbolsprache künstlich konstruiert ist.

6) vgl. Kroeber-Riel, W., Wissenschaftstheoretische Sprachkritik, a.a.O., S. 183

1223 Die Symbolsprache als Ausdrucksmittel des  
mathematischen Formalismus

Irrtümlicherweise bezeichnet man es oft als konstituierendes Merkmal der Mathematik, daß sie in einer symbolischen Kunstsprache formuliert und dargelegt wird.<sup>1)</sup> Grundsätzlich ist aber eine natürliche Sprache denkbar, die an sprachlichen Mitteln so reich ist, daß sie sämtliche bekannten Beziehungsformen der Mathematik bzw. der mathematischen Logik zum Ausdruck bringen könnte.<sup>2)</sup> Allerdings erscheint es zweifelhaft, ob natürliche Sprachen zum Aufbau von Kalkülen in gleichem Maße geeignet sind wie die formalisierte Kunstsprache,<sup>3)</sup> da die natürlichen Sprachen im Hinblick auf ihre Verwendung in mathematischen Formalismen und deren Interpretation verschiedene Schwächen aufweisen:<sup>4)</sup> Ihre Syntax ist wenig exakt; die Begriffe bzw. die Terminologie ist nicht eindeutig; die Worte sind als sprachliche Bausteine rein graphisch bzw. akustisch zu lang, d.h. komplexe Sätze werden unübersichtlich. Als weiterer Nachteil tritt hinzu, daß manche Begriffe der mathematischen Logik aufgrund ihres Abstraktionsgrades in einer natürlichen Sprache schwerlich formuliert werden können.<sup>5)</sup>

Die mathematische Logik sucht daher nach einer "eigenen" präzisen Symbolsprache,<sup>6)</sup> die für die Verwendung in formalistischen Systemen und für syntaktisch-logische

---

1) vgl. Bocheński, J.M., a.a.O., S. 85

2) vgl. ders., Formale Logik, Freiburg-München 1956, S. 4 und S. 311

3) vgl. Kade, G., Die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 30

4) vgl. Einleitung der vorliegenden Arbeit, S. 4 f.

5) vgl. Bocheński, J.M., Zeitgenössische Denkmethoden, a.a.O., S. 50; zum letzteren: z.B. Logarithmus

6) zur Rechtfertigung von künstlichen Sprachen vgl. ebenda

Operationen geeignet ist. Wie in künstlichen Sprachen überhaupt, so besteht auch in der Symbolsprache der Mathematik ein wesentliches Merkmal darin, daß diese Sprache künstlich konstruiert ist, d.h. daß die Zuordnung von Zeichen und Bezeichnetem im Hinblick auf die Erfüllung spezifischer Zwecke "...durch Konstruktion (im weitesten Sinne) geschieht".<sup>1)</sup>

Dem spezifischen Zweck der Mathematik, zielgerichtet syntaktische Operationen in formalisierten Systemen vorzunehmen, wird das charakteristische alpha-numerische Zeichensystem gerecht, welches seine extreme Ausprägung in rein quantitativ-numerischen Ausdrücken als "höchster Form der Mathematisierung" findet.<sup>2)</sup> Als sprachliches Mittel vereinigt es die Vorzüge der formalen Eindeutigkeit, der Präzision, der Übersichtlichkeit und der Kürze und erlaubt dadurch die Aufstellung exakter operativer Formulierungen.<sup>3)</sup>

#### 1224 Die Komponenten des symbolsprachlichen Formalismus

Es ist erwähnenswert, daß bereits Leibniz in seiner mathematischen Konzeption der Logik (mathesis universalis) auf ein geschlossenes symbolsprachliches System als mögliche Basis aller Wissenschaften hinweist.<sup>4)</sup>

- 
- 1) Wein, H., Sprache und Wissenschaft, in: SuW, S. 13 ff., hier S. 19; vgl. auch Kroeber-Riel, W., Wissenschaftstheoretische Sprachkritik, a.a.O., S. 183
  - 2) vgl. Bergner, H., Grundzüge der formalen Logik ..., a.a.O., S. 4; Kosiol, E., Betriebswirtschaftslehre und Unternehmensforschung. Eine Untersuchung ihrer Standorte und Beziehungen auf wissenschaftstheoretischer Grundlage, in: ZfB 1964, S. 743 ff., hier S. 756
  - 3) vgl. Carnap, R., Einführung in die symbolische Logik ..., a.a.O., S. 1 f.
  - 4) vgl. Bocheński, J.M., Zeitgenössische Denkmethoden..., a.a.O., S. 84; vgl. Dürr, K., Die mathematische Logik von Leibniz, Studia Philosophica, Bd. 7, 1947, S. 87 ff.; vgl. auch die Ansätze der mathematischen Systemtheorie.

Um diesem Idealziel näher zu kommen, muß eine Symbolsprache eine freie Interpretation gestatten, d.h. ihre Sprachelemente dürfen nicht a priori an empirische Sachverhalte gebunden sein.

Die Analyse der zunächst uninterpretierten Symbolsprache zeigt verschiedene Komponenten. Als Basis dient eine Symbol- oder Zeichenmenge, die sich aus typographisch unterscheidbaren alpha-numerischen Symbolen zusammensetzt. Diese Symbole werden nach ihrem operativen Sinn unterteilt in deskriptive und in mathematische (logische) Symbole:<sup>1)</sup> Die "deskriptiven" Symbole bezeichnen die Variablen und Konstanten (Parameter), die "mathematischen" Symbole die Regeln für die syntaktische Ordnung und Transformation.<sup>2)</sup> Die drei operativen Komponenten des mathematischen Kalküls (Variable, Konstante und Relationen<sup>3)</sup>) werden also symbolsprachlich durch zwei Symbolkategorien abgebildet.

Für den formalen Ableitungszusammenhang, der eine inhaltliche Interpretation nicht vorsieht, sind die Symbole aufgrund ihrer typographischen Identifizierbarkeit eindeutig definiert. Die "mathematischen" Symbole, z.B. Symbole für Rechenoperationen und Wahrheitswertfunktionen, symbolisieren Anweisungen für syntaktische Operationen, "die in den sie begründenden Sprachsystemen genau festgelegt und aufgrund der Kenntnis der Regelvorschriften eindeutig verständlich sind. Besondere Interpretationsprobleme in inhaltlicher Hinsicht (die das mit den

---

1) vgl. auch zum weiteren: Carnap, R., Symbolische Logik..., a.a.O., S. 7

2) vgl. Kroeber-Riel, W., Wissenschaftstheoretische Sprachkritik, a.a.O., S. 183

3) vgl. hierzu Koller, H., Simulation als Methode in der Betriebswirtschaft, in: ZfB 1966, S. 95 ff., hier S. 97 f.; zu Relationen: Scherer, F., Planungsmethoden als Instrumente der Unternehmensführung, Diss. München 1968, S. 89 f.

Symbolen gemeinte betreffen) tauchen nicht auf."<sup>1)</sup>

Ebenso sind die "deskriptiven" Symbole aufgrund ihrer Behandlung als bedeutungsleere graphische Zeichen im formalen Ableitungszusammenhang eindeutig: Anhand ihrer graphischen Gestalt werden lediglich unabhängige oder abhängige Variable und die Konstanten oder einer bestimmten Wahrscheinlichkeitsfunktion unterliegenden Parameter<sup>2)</sup> unterschieden. Die Deutlichkeit der unterschiedlichen graphischen Gestalt sichert auch hier die Eindeutigkeit der Symbole.<sup>3)</sup>

Werden deskriptive Symbole mit Hilfe mathematischer Symbole zueinander in Beziehung gesetzt, erfährt das bisher ungeordnete Symbolsystem eine Strukturierung.<sup>4)</sup> Dabei entstehende Strukturen erscheinen je nach Art der verwendeten Verknüpfung (Relationen, Identitäten)<sup>5)</sup> in unterschiedlicher, wenngleich formal eindeutiger Gestalt. Die entstandenen Strukturen können ihrerseits wieder verknüpft werden, wobei die formale Eindeutigkeit und Präzision ständig gewährleistet bleibt.<sup>6)</sup>

---

1) Kroeber-Riel, W., a.a.O., S. 184; vgl. auch Bergner, H., Grundzüge der formalen Logik ..., a.a.O., S. 18 ff.

2) vgl. Koller, H., a.a.O., S. 98

3) vgl. Kroeber-Riel, W., Wissenschaftstheoretische Sprachkritik, a.a.O., S. 185

4) vgl. Koller, H., a.a.O., S. 98

5) vgl. Henn, R., Ökonometrie, in: Handwörterbuch der Sozialwissenschaften, a.a.O., Bd. 5, S. 51 ff., hier S. 51 ff.

6) Die inhaltliche Eindeutigkeit und Präzision soll vorerst unbeachtet bleiben.

## 1225 Die Syntaktik des symbolsprachlichen Formalismus

Die Aufgabe der Syntaktik des symbolsprachlichen Formalismus besteht in der Strukturierung der vorgegebenen alpha-numerischen, eidetisch nicht interpretierten Zeichenmenge. Das Ergebnis dieser Strukturierung stellt ein formales System dar.<sup>1)</sup>

Die Mathematik als hypothetisch-deduktive Relationslehre umfaßt ein großes Spektrum syntaktisch-formalistischer Operationsmöglichkeiten, wodurch die Konstruktion sehr vieler unterschiedlich strukturierter formaler Systeme möglich wird: Die alpha-numerischen Deskriptoren lassen über verschiedene, aber eindeutige operative Interpretationen die Anwendung verschiedenartiger Syntaktikregeln zu<sup>2)</sup>, die allerdings die Gemeinsamkeit besitzen, daß sie lediglich "Spezialisierungen allgemeiner logischer Formen"<sup>3)</sup> verkörpern.

Interpretiert man beispielsweise die deskriptiven Symbole des Zeichensystems als Aussagevariable, die stets für eine wahre oder falsche Aussage nicht näher bestimmten Inhalts stehen<sup>4)</sup>, so kann das vorgegebene Zeichensystem als formalisierte zweiwertige Aussagenlogik strukturiert werden. Als logische Symbole dienen dann die sog. aussagenlogischen Wahrheitswertfunktionen, wie z.B. die Konjunktion, Disjunktion, Negation, Kontradiktion usw.<sup>5)</sup>, die die syntaktische Verknüpfung der Aussagenvariablen (deskriptiven Symbole) übernehmen.

---

1) vgl. Maser, S., a.a.O., S. 61

2) vgl. zum Folgenden: ebenda, S. 63 ff.

3) Kosiol, E., Betriebswirtschaftslehre und Unternehmensforschung, a.a.O., S. 756

4) vgl. Hösch, F., a.a.O., S. 38

5) vgl. Maser, S., a.a.O., S. 63 f.

Die Syntaktik des "formalen Systems" der formalisierten zweiwertigen Aussagenlogik wird durch die Wahrheitwertfunktion definiert<sup>1)</sup>, mit deren Hilfe ein "mathematischer Aussagenkalkül" konstruiert wird.

Gleichermaßen ist es statthaft, die deskriptiven Symbole als Variable für Klassen von Sachverhalten/Ereignissen zu interpretieren. Wenn syntaktisch-logische Verknüpfungsregeln wie Vereinigung(-smenge), (Mengen-)Durchschnitt, Negation, Inklusion und Äquivalenz in der Form logischer Symbole eingeführt werden, dient das vorgegebene Zeichensystem als Ausdrucksmittel für die formalisierte Klassenlogik oder - mathematisch - für die Mengenlehre.<sup>2)</sup> Mithilfe der angeführten logischen Verknüpfungen lassen sich wiederum weitere syntaktische Gesetzmäßigkeiten formulieren, z.B. kommutative, assoziative, distributive Gesetze usw.<sup>3)</sup>. Weitere Verfeinerungen dieser Syntaktik führen zu einem anderen Teilgebiet der modernen Mathematik, zur Booleschen Algebra.<sup>4)</sup>

Wie Masers Untersuchungen zeigen, lassen sich unter dem Aspekt, daß die "Syntaktik als Theorie möglicher Syntax-Systeme ... also als Mathematische Systemtheorie ..." <sup>5)</sup> aufgefaßt werden kann, auch für Prädikaten- und Relationenlogik, für die Kombinatorik, für die Wahrscheinlichkeitslogik und die Topologie und Geometrie eigene Systeme von syntaktischen Regeln finden, die es erlauben, diese Gebiete im Sinne des Formalismus

---

1) vgl. auch Asser, G., Einführung in die mathematische Logik, Teil 1: Aussagenkalkül, Leipzig 1959, S. 3 ff.

2) vgl. Breuer, J., Einführung in die Mengenlehre, Hannover-Paderborn 1964 und Maser, S., a.a.O., S. 67 f.

3) vgl. Maser, S., a.a.O., S. 67

4) vgl. White, J.E., BOOLEsche Algebra und ihre Anwendungen, Braunschweig 1964

5) Maser, S., a.a.O., S. 61

zu kalkülisieren und "rechnerische" Transformationen bzw. Ableitungen vorzunehmen. Die Mathematik als Strukturtheorie formuliert dabei sämtliche auf diese Weise strukturierten formalen Systeme als Leerformen, "deren konkrete Anwendung darin besteht, daß die dort auftretenden Variablen durch spezielle Konstante interpretiert werden. Dieselbe Problematik stellt sich in einer klassischen Syntaktik, die sich für formale Verknüpfungsmöglichkeiten von Zeichen interessiert, wobei formal heißt, daß von der Bedeutung der Zeichen und vom Interpretanten abstrahiert wird. Klassische Syntaktik ist also identisch mit mathematischer Systemtheorie."<sup>1)</sup>

### 123 Die ontologische Unabhängigkeit

Aus dem Formalismus folgt als drittes wesentliches Charakteristikum die sog. ontologische Neutralität (Unabhängigkeit) der Mathematik.<sup>2)</sup>

Die reine Mathematik befaßt sich mit der Ordnung und der Verknüpfung von Idealobjekten/Symbolen nach deren operativen Merkmalen.<sup>3)</sup> Der Formalismus fordert hierbei die Abstraktion der Symbole von jeglichem semantischen Bezug. Dadurch sind die Kalküle inhaltlich nicht interpretiert.<sup>4)</sup> Die Weylsche Definition, nach der die

---

1) Maser, S., a.a.O., S. 86

2) vgl. z.B. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 98; Kade, G., Die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 133; Kosiol, E., Betriebswirtschaftslehre und Unternehmensforschung, a.a.O., S. 756; Zimmermann, H.J., Mathematischer Entscheidungsforschung..., a.a.O., S. 53

3) vgl. Bierfelder, W., Wege und Irrwege ..., a.a.O., S. 15

4) vgl. Weyl, H., a.a.O., S. 23

Mathematik als "Relationslehre logische Leerformen"<sup>1)</sup> entwickelt, trifft folglich vollständig zu; infolge des Formalismus ist die reine Mathematik inhaltlich unbestimmt und unabhängig, sie ist ontologisch neutral.

Diese inhaltliche Unabhängigkeit des mathematischen Formalismus bildet die Voraussetzung für die Anwendbarkeit mathematischer Verfahren in verschiedenen Disziplinen: Eine als interpretiert ("angewandt") zu bezeichnende Mathematik stellt für den Kalkül der reinen Mathematik mittels semantischer Regeln Bezüge zu einem bestimmten Individuenbereich her oder entwickelt für die Struktur eines bestimmten Individuenbereiches einen Kalkül.<sup>2)</sup> Somit bildet die ontologische Neutralität einen wesentlichen Bestandteil der methodologischen Basis für die "angewandte Mathematik".<sup>3)</sup>

#### 124 Der tautologische Charakter mathematischer Sätze

In Analogie zur natürlichen Sprache werden Verknüpfungen von deskriptiven und operativen mathematischen Symbolen als "Sätze" bezeichnet.<sup>4)</sup> Ordnet man diesen Sätzen nun semantische Bezüge zu einem beliebigen realen Individuenbereich zu, so gestattet es diese Konzeption einer angewandten Mathematik, Aussagen über den faktischen

---

1) vgl. S. 11 der vorliegenden Arbeit

2) vgl. Czayka, L., a.a.O., S. 311

3) vgl. Nagel, E., Cohen, M.R., The Nature of Logical or Mathematical System, in: Readings in the Philosophy of Science, New York 1953, S. 129 ff., hier S. 137; auch: Krelle, W., Gelöste und ungelöste Probleme der Unternehmensforschung, Düsseldorf 1962, S. 9

4) vgl. den Abschnitt über die linguistische Satzbildung, S. 50 ff.

und/oder logischen Wahrheitsgehalt der mathematischen Sätze bzw. Satzverknüpfungen aufzustellen.<sup>1)</sup>

Seit Kant unterscheidet man bezüglich ihres Wahrheitsgehaltes zwei Kategorien von Sätzen, die analytischen und die synthetischen.<sup>2)</sup> Die synthetischen Sätze sind dadurch gekennzeichnet, "daß sowohl ihre Verifikation als auch ihre Falsifikation logisch möglich ist".<sup>3)</sup> Ihr (empirisch-kognitiver) Wahrheitsgehalt kann nur anhand eines Realitätsvergleiches<sup>4)</sup> mit bestimmter Wahrscheinlichkeit festgestellt werden.<sup>5)</sup> Sie werden in diesem Sinne auch als aposteriorische Sätze bezeichnet.<sup>6)</sup>

Im Unterschied dazu sind die analytischen Sätze apriorisch, sie "sind dadurch gekennzeichnet, daß sie niemals widerlegt werden können",<sup>7)</sup> sie sind aufgrund ihrer formal-logischen Struktur als logisch-wahr oder logisch-falsch determiniert.<sup>8)</sup> Nach Kant sind sie dadurch gekennzeichnet, daß sie "zum Inhalte der Erkenntnis nichts hinzutun".<sup>9)</sup> A priori als logisch-wahr deter-

---

1) vgl. hierzu Bocheński, J.M., Zeitgenössische Denkmethode, a.a.O., S. 43

2) vgl. Kant, I., Prolegomena zu einer jeden künftigen Metaphysik, die als Wissenschaft wird auftreten können, Hamburg 1953, S. 14 ff.

3) Popper, K.R., a.a.O., S. 12

4) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 166, Anm. 37; Juhos, B., Die Erkenntnis und ihre Leistung, Wien 1950, S. 79

5) vgl. Schlick, M., Allgemeine Erkenntnislehre, 1.-2. Aufl., Berlin 1918/1925, S. 68

6) vgl. z.B. Gerich, O., Zur Methodologie einer empirischen Betriebswirtschaftslehre, Diss. Marburg 1961, S. 17

7) ebenda, S. 14 f.

8) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 166, Anm. 37

9) Kant, I., Prolegomena..., a.a.O., S. 14; vgl. Juhos, B., Elemente der neuen Logik, Frankfurt/M.-Wien 1954, S. 34 u. S. 47

minierte Aussagen werden nach Wittgenstein auch als Tautologien bezeichnet: "Es existieren nämlich Aussageverbindungen,<sup>1)</sup> die unabhängig von der Wahrheit oder Falschheit der verknüpften Aussagen immer wahr bzw. immer falsch sind. Aussagenverbindungen, die immer wahr sind, nennt man Tautologien, Aussagenverbindungen, die immer falsch sind, werden als Kontradiktionen bezeichnet."<sup>2)</sup>

Zu diesen Tautologien werden aufgrund ihrer rein logischen Struktur und Verknüpfung die Sätze der Mathematik (und die der Logik) gerechnet.<sup>3)</sup> Mathematische Gleichungen als Beispiel für mathematische Sätze werden durch sukzessive analytische Umformungen aus den Axiomen gewonnen, sie sind also reine Tautologien.<sup>4)</sup> Dieser tautologische Charakter mathematischer Sätze hat für die interpretierte oder angewandte Mathematik oder für die Anwendung der Mathematik als Operatorsprache<sup>5)</sup> zur Lösung konkreter empirischer oder idealer Problemstellungen dreifache Konsequenz:

1) Mathematisch formulierte Sätze über empirische Problemstellungen sind aufgrund ihrer Struktur als interpretierte Kalküle formallogisch immer wahr (oder falsch),<sup>6)</sup> was eine einwandfreie stringente Ableitung

- 
- 1) oder in ihrer sprachlichen Abbildungsform: Sätze.
  - 2) Wittgenstein, L., Tractatus logico-philosophicus, Tagebücher 1914-1916, Philosophische Untersuchungen, Frankfurt 1963, S. 55
  - 3) vgl. z.B. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 166 Anm. 37; Gerich, O., a.a.O., S. 14 ff.; Hahn, H., Logik, Mathematik, Naturerkennen, Wien 1933, S. 17; Hösch, F., a.a.O., S. 50 ff.; Kraft, V., Der Wiener Kreis, Wien 1950, S. 15 f.; Wittgenstein, L., Tractatus ..., a.a.O., S. 100
  - 4) vgl. Wittgenstein, L., ebenda
  - 5) vgl. nächstes Kapitel
  - 6) vgl. Hösch, F., a.a.O., S. 52

von Problemketten gestattet.

2) durch rein syntaktische Umformungen interpretierter Kalküle werden die Implikationen der Denkansätze offengelegt, die mit der Setzung der Prämissen zwar nicht explizit, wohl aber implizit mitbehauptet werden.<sup>1)</sup> Dadurch ist der interpretierte "logisch-mathematische Kalkül eine nützliche Hilfskonstruktion, die eine Erleichterung des Denkens und der Durchdringung komplizierter Zusammenhänge...mit sich bringt".<sup>2)</sup>

3) Mithilfe der Mathematik werden keine zusätzlichen neuen Erkenntnisse gewonnen;<sup>3)</sup> es werden lediglich bereits vorhandene anders formuliert bzw. umformuliert.<sup>4)</sup>

### 13 Die Mathematik als Sprache besonderer Art

#### 131 Die Sprache Mathematik in semiotischer Analyse

Unterstellt man, daß die symbolsprachliche Ausdrucksform für den mathematischen Kalkül wesenskennzeichnend

---

1) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 99

2) ebenda; vgl. auch Kade, G., Die Verdächtigung der exakten Wirtschaftstheorie, in: Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik, Bd. 169, 1957, S. 1 ff., hier S. 32 und S. 38

3) vgl. Bergner, H., Grundzüge der formalen Logik ..., a.a.O., S. 2

4) vgl. z.B. Gerich, O., a.a.O., S. 24; Hempel, C.G., On the Nature of Mathematical Truth, in: Readings in Philosophical Analysis, ed. by Feigl, H., Sellers, W., New York 1949, S. 222 ff., hier S. 235; Hösch, F., a.a.O.; Kant, I., a.a.O., S. 14 ff.

ist,<sup>1)</sup> lassen sich bei formaler linguistischer Untersuchung eindeutige Analogien zwischen Mathematik und Sprache feststellen. (Bei einer solchen Betrachtung wird allerdings der Charakter der Mathematik als Teilgebiet oder besondere Form der Logik<sup>2)</sup> eindeutig unterbewertet<sup>3)</sup>). Analog zur semiotischen Definition einer Sprache erscheint die Mathematik als ein System von Zeichen und von Regeln zur Verwendung dieser Zeichen.

In syntaktischer Hinsicht weist dieses Symbolsystem einen axiomatischen Aufbau mit deduktivem Folgebegriff auf. Die Verknüpfung der Systemelemente, d.h. der atomaren und molekularen Symbole<sup>4)</sup> erfolgt unter Anwendung einer eindeutig festgelegten Syntax, welche auf den Regeln der Logik aufbaut.<sup>5)</sup>

In semantischer Hinsicht ist das (deskriptive) Zeichensystem der uninterpretierten, d.h. reinen Mathematik undeterminiert, läßt aber aufgrund der immanenten ontologischen Unabhängigkeit die Interpretation mit den Substraten verschiedener Objektbereiche zu.<sup>6)</sup> Diese

- 
- 1) vgl. z.B. Kroeber-Riel, W., a.a.O., S. 183: "Als Symbolsprachen sind hier in erster Linie Mathematik und symbolische Logik gemeint ..." Kroeber-Riel betont damit den sprachlichen Charakter der Mathematik und stellt den logischen Aspekt hinten. Bocheński weist dagegen ausdrücklich darauf hin, daß die symbolsprachliche Konzeption für die Mathematik nicht wesentlich oder gar konstituierend sei (vgl. Bocheński, J.M., Zeitgenössische Denkmethode ..., a.a.O., S. 85)
  - 2) vgl. Allen, R.G.D., a.a.O., S. XIX; Bocheński, J.M., Zeitgenössische Denkmethode, a.a.O., S. 83 ff.; Weinberg, P., Betriebswirtschaftliche Logik, a.a.O., S. 14 f.
  - 3) vgl. Allen, R.G.D., ebenda
  - 4) vgl. Bocheński, J.M., a.a.O., S. 51
  - 5) vgl. Kosiol, E., Betriebswirtschaftslehre und Unternehmensforschung ..., a.a.O., S. 756; Diese Syntax ist nicht mit der natürlicher Sprachen deckungsgleich! (vgl. Kroeber-Riel, W., a.a.O., S. 185). Sie ist teils ärmer, teils reicher an Verknüpfungsmöglichkeiten.
  - 6) vgl. auch Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 96

semantischen Bezüge der mathematischen Symbole werden mit Hilfe metasprachlicher (resp. metamathematischer<sup>1)</sup>) Korrespondenzregeln durch Konstruktion festgelegt.<sup>2)</sup>

Die pragmatische Dimension des mathematischen Zeichensystems ist weitgehend durch die Eindeutigkeit des Korrespondenzregelsystems und der syntaktischen Operation definiert. Die formale Eindeutigkeit der Symbole gewährleistet pragmatische Eindeutigkeit der Elemente des Kalküls.<sup>3)</sup>

Aus sprachanalytischer Sicht läßt sich die interpretierte (angewandte) Mathematik unter der Prämisse,<sup>4)</sup> daß die symbolsprachliche Ausdrucksform ein konstituierendes Merkmal darstellt, als besondere Sprache,<sup>5)</sup> d.h. als "... eine der vielen möglichen axiomatisch aufgebauten künstlichen Symbolsprachen ..." <sup>6)</sup> bezeichnen. Als spezifisches Kennzeichen dieser Sprache wird

- 1) vgl. Beer, S., Kybernetik und Management, Frankfurt/Main 1963, S. 97
- 2) vgl. Wein, H., a.a.O., S. 13; vgl. hierzu die Verknüpfung von theoretischer und empirischer (Objekt-)sprache im folgenden der vorliegenden Arbeit und: Kroeber-Riel, W., Wissenschaftstheoretische Sprachkritik ..., a.a.O., S. 160: Definition der theoretischen Sprache
- 3) Die Ansatzpunkte für die pragmatische Dimension sind also auf den metasprachlichen Bereich der Korrespondenzregeln verlagert.
- 4) zur Problematik dieser Prämisse vgl. S. 23
- 5) vgl. Böhm, H.H., Operationenforschung, Berlin-Baden-Baden 1961, S. 37 f.; Brand, H.W., Über die Fruchtbarkeit mathematischer Verfahren in der Wirtschaftstheorie, Frankfurt/Main 1959, S. 12; Faber, G., Über die Stellung der Mathematik im Geistesleben, Wiss. Vorträge, gehalten auf der Hochschultagung 1926 der TH München, München 1927, S. 14; Hösch, F., a.a.O., S. 73 ff.; Kade, G., Die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 64; Kroeber-Riel, W., a.a.O., S. 183; Paulsson Frenckner, T., Betriebswirtschaftslehre und Verfahrensforschung, in: ZfhF 1957, S. 57 ff., hier S. 67; Zimmermann, H.J., Mathematische Entscheidungsforschung, a.a.O., S. 53
- 6) Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 96

ihr logischer Aufbau angesehen,<sup>1)</sup> d.h., daß sich ihre Syntaktik insofern an die Regeln der Logik hält,<sup>2)</sup> als "Satzbildung, Schlußformen und Umformungstechniken (der Mathematik; Anm.d.Verf.) lediglich Spezialisierungen allgemeiner logischer Formen sind".<sup>3)</sup> Aus diesem logischen Charakter lassen sich, wie oben gezeigt, die Besonderheiten dieser Sprache, insbesondere ihr tautologischer Charakter im Rahmen ihrer Funktion als "Denkhilfe"<sup>4)</sup> ableiten.

### 132 Die Funktionen der Sprache Mathematik in der Betriebswirtschaftslehre

---

Nachdem die Mathematik in semiotischer Analyse als Sprache gekennzeichnet ist, sollen nun ihre Funktionen, die sie in der Betriebswirtschaftslehre ausübt bzw. ausüben kann<sup>5)</sup>, untersucht werden.

Jede Wissenschaft ist in ihrem Bestreben, Erkenntnisse zu gewinnen und diese in Aussagesystemen zu verdichten, auf die Sprache als Instrument zur Erschließung der Welt, zur Beschreibung, Differenzierung und Gliederung

---

1) vgl. Kade, G., Die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 64; Zimmermann, H.J., Mathematische Entscheidungsforschung, a.a.O., S. 53; zur "theoretischen Sprache", Kroeber-Riel, W., Wissenschaftstheoretische Sprachkritik, a.a.O., S. 160 f.

2) vgl. Brand, H.W., a.a.O., S. 13

3) Kosiol, E., Betriebswirtschaftslehre und Unternehmensforschung, a.a.O., S. 756

4) Kainz, F., Psychologie der Sprache, Bd. I, Grundlagen der allgemeinen Sprachpsychologie, 3. Aufl., Stuttgart 1962, S. 258

5) vgl. hierzu z.B.: Nemtschinow, W.S., Ökonomisch-mathematische Methoden und Modelle, übersetzt von Kratsch, O., Berlin 1965, S. 19

einzelner Sachverhalte ihres Objektbereiches angewiesen.<sup>1)</sup> Erst durch die sprachliche Abbildung wird das theoretische Wissen, welches bereits im Prozeß der sprachlichen Erfassung durch Einwirkungen des Sprachhintergrundes in gewisser Weise strukturiert wird<sup>2)</sup>, gleichsam "...objektiviert und mitteilbar gemacht".<sup>3)</sup>

Die Leistungen einer Sprache basieren auf ihrer Fähigkeit, Sachverhalte zu symbolisieren;<sup>4)</sup> sie werden in der Regel in die dialogisch-darstellenden, die die Voraussetzung für die Kommunikation bilden,<sup>5)</sup> und die monologisch-darstellenden Leistungen, die die Sprache als "Denkhilfe und Bewußtseinsstütze"<sup>6)</sup> kennzeichnen, differenziert.<sup>7)</sup>

Insbesondere der Zusammenhang zwischen Sprache und Denken<sup>8)</sup> im Rahmen der monologischen Darstellungsfunktion der Sprache gibt Anlaß zu kritischen linguistisch-methodologischen Untersuchungen.<sup>9)</sup> Unbeschadet der Tatsache, daß

- 1) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 29; vgl. auch die dort angeführte Literatur
- 2) vgl. Erdmann, K.O., Die Bedeutung des Wortes - Aufsätze aus dem Grenzgebiet der Sprachpsychologie und Logik, 2. Aufl., Leipzig 1910, S. 105 ff.; Kade, G., Die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 49; Philipp, F., a.a.O., S. 540
- 3) Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 29
- 4) vgl. insbes. Kroeber-Riel, W., a.a.O., S. 12
- 5) vgl. auch: Sapir, E., Die Sprache. Eine Einführung in das Wesen der Sprache, München 1961, S. 17
- 6) Kainz, F., a.a.O., S. 258
- 7) vgl. ebenda, S. 258 f.
- 8) vgl. hierzu insbes. Bocheński, J.M., Wege zum philosophischen Denken, 4. Aufl., Freiburg-Basel-Wien 1962, S. 58 ff.
- 9) vgl. Kainz, F., a.a.O., S. 160 ff.; Maier, N.R.F., Das Denken beim Menschen, in: Graumann, C.F., (Hrsg.), Denken, Neue Wissenschaftliche Bibliothek 3, Köln-Berlin 1965, S. 255 f.; Rohracher, H., Einführung in die Psychologie, 8. Aufl., Wien-Innsbruck 1963, S. 315 ff.; Sapir, E., a.a.O., S. 23

die Frage nach dem Vorrang des Denkens vor der Sprache bzw. des Sprechens vor dem Denken<sup>1)</sup> prinzipiell als unlösbar<sup>2)</sup> bezeichnet werden muß, manifestiert sich in ihr doch die wesentliche Bedeutung der Sprache für wissenschaftliche Denkprozesse. Diese Bedeutung veranlaßte unter anderem die analytische Wissenschaftstheorie,<sup>3)</sup> eine "linguistische Methodik" zu entwickeln, die für den methodologischen Forschungsbereich fruchtbare Lösungsansätze erbrachte.<sup>4)</sup>

Die Praxis der Anwendung mathematischer Ausdrucksmittel in Realwissenschaften wie der Betriebswirtschaftslehre zeigt, daß die Sprache Mathematik offenbar besondere Funktionen erfüllt, die nicht mit den Funktionen der (natürlichen) Fachsprache deckungsgleich sind.<sup>5)</sup>

#### 1321 Mathematik als Darstellungsmittel

##### -Die präzisionssprachliche Funktion

Die Verwendung der Mathematik als sprachliches Darstellungsinstrument ermöglicht mittels präziser Begriffe große sprachliche Exaktheit. In diesem Sinne kommt ihr

---

1) vgl. auch Korlen, G., Zur Entwicklung der deutschen Sprache diesseits und jenseits des eisernen Vorhangs, in: TZ 4/1962, S. 259 ff., hier S. 273

2) vgl. Wein, H., Sprachphilosophie der Gegenwart, Den Haag 1963, S. 50

3) vgl. z.B. Dlugos, G., a.a.O.; Stegmüller, W., Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und analytischen Philosophie, New York-Heidelberg, Bd. 1, 1969; Bd. 2, 1970

4) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 29

5) vgl. auch: Wöhe, G., Methodologische Grundprobleme, a.a.O., S. 94

die Bedeutung einer Präzisionssprache zu.<sup>1)</sup>

Den mathematisch-logischen Symbolen, d.h. den Symbolen für syntaktische Operationsbegriffe, kann im Gegensatz zur Mehrdeutigkeit verbaler Verknüpfungsregeln formale und inhaltliche Eindeutigkeit unterstellt werden: "Die Übersetzung von mehrdeutigen umgangssprachlichen Verknüpfungswörtern in eindeutige logische und mathematische Symbole ist zur Präzisierung des Gemeinten für viele wissenschaftliche Darstellungen vorteilhaft oder sogar notwendig."<sup>2)</sup>

Bei den deskriptiven Symbolen, d.h. den Symbolen für Variable und Konstante, ist durch die Deutlichkeit ihrer graphischen Gestalt zunächst ihre formale Eindeutigkeit<sup>3)</sup> gesichert.<sup>4)</sup> Diese ermöglicht die präzisen syntaktischen Operationen, bei denen vom Zeicheninhalt abstrahiert wird, und bei denen demzufolge die Mißverständnisse und Ungenauigkeiten der inhaltlichen Redeweise vermieden werden.<sup>5)</sup> Hohe inhaltliche Präzision der deskriptiven Symbole wird dadurch erreicht, daß ihnen jeweils nur ein einziger spezifischer Begriffsinhalt expliziert zugeordnet wird.<sup>6)</sup> Dieses künstliche Prädikationsverfahren zwingt dazu, sämtliche Symbole des Kalküls verbal exakt zu definieren.<sup>7)</sup> Dadurch können unklare oder mehr-

---

1) vgl. z.B. Albert, H., Probleme der Theoriebildung, a.a.O., S. 37 f.

2) Kroeber-Riel, W., Wissenschaftstheoretische Sprachkritik ..., a.a.O., S. 184

3) vgl. Carnap, R., Einführung in die symbolische Logik, a.a.O., S. 1

4) vgl. Kroeber-Riel, W., a.a.O., S. 185

5) vgl. ebenda

6) vgl. ebenda

7) vgl. Theil, H., Ökonometrie und Unternehmensforschung. Ihre Überschneidungen und Wechselwirkungen, in: Operations Research Verfahren II, Hrsg. Neun, R., a.a.O., S. 7 ff., hier S. 10

deutige Symbole bzw. Begriffe nicht "unbemerkt" in den Kalkül Eingang finden. Durch die expliziten Definitionen wird überdies eine gleichbleibende Interpretation der Symbole gewährleistet,<sup>1)</sup> wodurch allerdings Mehrdeutigkeiten bei den verbalen Zuordnungsdefinitionen (Korrespondenzregeln) nicht gänzlich ausgeschlossen werden.<sup>2)</sup> Zudem wird nachdrücklich darauf hingewiesen, daß die Verwendung der mathematischen Sprache keineswegs den informativen Gehalt der mit ihrer Hilfe formulierten Aussagen garantiert:<sup>3)</sup> "Man kann ... mit großer 'Präzision' nichts sagen."<sup>4)</sup> Szyperski weist in diesem Zusammenhang mit der Verwendung mathematischer Ausdrucksmittel auch auf die Gefahr "einer Verarmung der Ausdrucksmittel der Betriebswirtschaftslehre ..." <sup>5)</sup> hin, wenn "... letztlich mathematische Sprachelemente allein als Mittel der Erkenntnis und Darstellung akzeptiert werden."<sup>6)</sup>

#### -Die stenogrammatistische Funktion

Eine weitere Funktion der Mathematik als Sprachinstrument kann darin gesehen werden, daß mittels mathematischer Sprachelemente komplexe Sachverhalte/Aussagen

---

1) vgl. Kade, G., Die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 31, "Konstanz der Begriffsinhalte"

2) vgl. Kroeber-Riel, W., a.a.O., S. 186

3) vgl. Albert, H., Probleme der Theoriebildung, a.a.O., S. 37 f.

4) ebenda

5) Szyperski, N., Zur Problematik der quantitativen Terminologie ..., a.a.O., S. 53

6) ebenda

formal kürzer und übersichtlicher darzustellen sind,<sup>1)</sup> als dies die Verwendung einer verbalen Sprache gestatten würde. Der Mathematik kommt insofern eine "steno-grammatische" Funktion zu.<sup>2)</sup> Problemkreise, die sich in verballogischer Formulierung aufgrund ihrer komplexen Struktur einer Abbildung im menschlichen Vorstellungsvermögen entziehen, können mit Hilfe der Mathematik so kurz und prägnant abgebildet werden, daß sie an struktureller Übersichtlichkeit gewinnen und daher trotz quantitativ beschränkter Komprehensivität des menschlichen Denkens gedanklich erfaßt werden können.

#### -Die kommunikative Funktion

Aufgrund der Einheitlichkeit des alpha-numerischen Zeichensystems der mathematischen Sprache und aufgrund der klar festgelegten syntaktischen Terminologie kommt der Mathematik im instrumentalen Sinne in zweifacher Weise kommunikative Bedeutung zu. Als "internationale Sprache" eröffnet sie zum einen die Möglichkeit internationaler, zum andern die Möglichkeit zu interdisziplinärer Kommunikation.<sup>3)</sup>

Ein weiterer kommunikativer Aspekt der Mathematik sei noch kurz erwähnt: Der Wert mathematischer Darstellungen

- 
- 1) vgl. Carnap, R., Einführung in die symbolische Logik ..., a.a.O., S. 2; auch Engels, W., Betriebswirtschaftliche Bewertungslehre im Licht der Entscheidungstheorie, Köln-Opladen 1962, S. 3; Paulsson Frenckner, T., Betriebswirtschaftslehre und Verfahrensforschung, a.a.O., S. 72
  - 2) vgl. Henn, R., Möglichkeiten, Ziele und Grenzen ..., a.a.O., S. 77
  - 3) vgl. Mellerowicz, K., Die Wissenschaft im luftleeren Raum, in: Betriebswirtschaftliche Umschau 1966, S. 367 ff., hier S. 371; auch: Gue, D.L., Thomas, M.E., Mathematical Methods in Operations Research, New York-London 1968, S. 3

in der Betriebswirtschaftslehre als Mittel der Pädagogik.<sup>1)</sup> Leinfellner formuliert in diesem Zusammenhang: "Formalisierungen und deren fachgerechte Erklärungen sind heute das einzige konsequente Mittel, der einzige Weg, das pädagogisch auszudrücken, was man wirklich meint."<sup>2)</sup>

### 1322 Mathematik als Erkenntnismittel

Über die Verwendbarkeit der Mathematik als Darstellungsmittel betriebswirtschaftlicher Zusammenhänge herrscht weitgehend Einigkeit; die Auffassungen über die Tauglichkeit der Mathematik als "Erkenntnismittel"<sup>3)</sup> sind dagegen recht unterschiedlich.<sup>4)</sup>

Ein wesentliches Argument für die Ablehnung der Mathematik in der Betriebswirtschaftslehre besteht darin, "daß die Mathematik wegen ihres tautologischen Vorgehens keine Erkenntnisleistung zu vollbringen vermöge",<sup>5)</sup> was folglich ihre instrumentale Verwendung als Mittel zur Gewinnung neuer Erkenntnisse in der Betriebswirtschaftslehre als unfruchtbar erscheinen läßt.

- 
- 1) vgl. Wöhe, G., Methodologische Grundprobleme ..., a.a.O., S. 96
  - 2) Leinfellner, W., Zum sprachkritischen Methodenstreit ..., a.a.O., S. 590
  - 3) Wöhe, G., a.a.O., S. 95
  - 4) vgl. Hösch, F., a.a.O., S. 35 ff. und die dort angeführte Literatur
  - 5) ebenda, S. 35; vgl. hierzu auch insbes. Lakatos, I., Proofs and Refutations, in: The British Journal for the Philosophy of Science, Vol. XIV, 1963/64, S. 1 ff., S. 120 ff., S. 221 ff., S. 296 ff.: Lakatos stellt die a-priori-Unfehlbarkeit und Unantastbarkeit mathematischer Sätze als Grundirrtum infrage; dadurch gelangt er zur Ansicht, daß mit mathematischen Operationen durchaus "neue" Erkenntnisse zu gewinnen seien.

Dieser Auffassung ist insofern zuzustimmen, als mit Hilfe mathematischer Tautologien keine "neuen", d.h. "zusätzlichen" Erkenntnisse zu gewinnen sind. Andererseits ist die Mathematik in der Lage, in den Ausgangssätzen enthaltene Implikationen aufzudecken,<sup>1)</sup> "die wir ohne große Anstrengungen wegen des unzureichenden comprehensiven Denkstils nicht unmittelbar erfassen können".<sup>2)</sup> Dadurch besitzen die formalen Transformationen der Mathematik insbesondere dann einen gewissen Erkenntniswert,<sup>3)</sup> "wenn betriebswirtschaftliche Aussagen durch eine Folge von Operationen, wie z.B. in Ordnungs-, Selektions- und Reihenfolgeproblemen, erschlossen werden müssen".<sup>4)</sup>

Eine wesentliche Bedeutung als Hilfsinstrument der Erkenntnisgewinnung im Bereich der theoretischen Betriebswirtschaftslehre kommt der Mathematik aufgrund ihres exakten logisch-syntaktischen Folgerungsverfahrens zu. Die Anwendung mathematischer Methodik fördert dabei das exakte logisch-deduktive Denken bei der Theoriebildung,<sup>5)</sup> unterstützt klare Beweisführung<sup>6)</sup> und "hilft in hervorragender Weise, durch Offenlegung der logischen

- 
- 1) vgl. Morgenstern, O., Logistik und Sozialwissenschaften, in: Logik der Sozialwissenschaften, Hrsg.: E. Topitsch, Köln-Berlin 1968, S. 315 ff., hier S. 320
  - 2) Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 99 und die dort angeführte Literatur; auch: Heinen, E., Zum Wissenschaftsprogramm ..., a.a.O., S. 213; Churchman, C.W., Einführung in die Systemanalyse, München 1971, S. 73 f.
  - 3) vgl. Hösch, F., a.a.O., S. 54; vgl. Lenze, J., a.a.O., S. 61; Hempel bezeichnet die Resultate tautologischer Verknüpfungsoperationen als "psychologisch neu" (Hempel, C.G., On the Nature of Mathematical Truth, a.a.O., S. 235)
  - 4) Weinberg, P., Betriebswirtschaftliche Logik ..., a.a.O., S. 16 f.
  - 5) vgl. Hartmann, Mathematik und Betriebswirtschaft, in: ZfB 1953, S. 73 ff., hier S. 78
  - 6) vgl. Engels, W., Betriebswirtschaftliche Bewertungslehre ..., a.a.O., S. 3

Beziehungen ..." <sup>1)</sup> die einzelnen Folgerungen in den Aussagesystemen zu überprüfen. <sup>2)</sup> Der Ableitungs- und Folgerungsprozeß in betriebswirtschaftlichen Problem- oder Aussageketten wird in einen formalen Kalkül überführt, bei dem die ökonomischen Aussagen in den Antecedenzbedingungen verankert sind. Die Logik der Syntaxregeln, nach denen sich der Folgerungsprozeß vollzieht, gewährleistet die logische Konsistenz aller ökonomisch interpretierten Folgerungen. <sup>3)</sup> Durch dieses logisch konsequente Operieren im Theorie-Kalkül "werden Widersprüche im theoretischen System aufgedeckt", <sup>4)</sup> Überflüssiges wird als solches erkannt und ausgeklammert. <sup>5)</sup>

Ein anderer Grund dafür, die Mathematik als Instrument der Erkenntnisgewinnung zu bezeichnen, liegt darin, daß sie in besonders sinnfälliger Weise funktionale Abhängigkeiten in ökonomischen Sachverhalten sichtbar macht. Dadurch eignen sich die mathematischen Ausdrucksmittel insbesondere zur Aufstellung bzw. Darstellung von generellen Gesetzeshypothesen in der Betriebswirtschaftslehre. <sup>6)</sup> "Fast wäre man versucht zu sagen, daß die mathematischen Formeln mehr bieten als eine übersichtliche Beschreibung empirischer Gesetze, daß sie das Wesentliche einer Erscheinung herauskristallisieren." <sup>7)</sup>

- 1) Weinberg, P., Betriebswirtschaftliche Logik ..., a.a.O., S. 16; vgl. Carnap, R., Einführung in die ..., a.a.O., S. 1; Huang, D.S., Introduction to the Use of Mathematics in Economic Analysis, New York-London-Sydney 1964, S. 2
- 2) vgl. Weinberg, P., ebenda
- 3) vgl. ebenda
- 4) Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 99
- 5) vgl. ebenda
- 6) vgl. Carnap, R., Einführung in die ..., a.a.O., S. 169; Nentschinow, Dadajan, et al., a.a.O., S. 9
- 7) Pfanzagl, J., Das Verhältnis der Wirtschaftswissenschaft zur Statistik, in: Verhältnis der Wirtschaftswissenschaft zur Rechtswissenschaft, Soziologie und Statistik, Hrsg. Raiser, L., Sauermann, H., Schneider, E., Berlin 1964, S. 361 ff., hier S. 362

## 2 Die Realwissenschaft Betriebswirtschaftslehre

Inwieweit die Nutzung der besonderen Leistungen der Sprache Mathematik in der Betriebswirtschaftslehre - sowohl formal als auch inhaltlich - methodologisch abgesichert werden kann, d.h. überhaupt zulässig ist, soll die folgende wissenschaftstheoretische Untersuchung der betriebswirtschaftlichen Theorienbildung und ihres Sprachsystems zeigen.

### 21 Die Theoriebildung als "zentrales" Ziel der Realwissenschaft Betriebswirtschaftslehre

Generell besteht das Ziel realwissenschaftlicher und damit auch betriebswirtschaftlicher Forschung darin, faktisch wahre Aussagen über Aufbau, Struktur, Abläufe, Entwicklungen usw. bestimmter realer Objektbereiche aufzustellen.<sup>1)</sup> Mit Hilfe solcher z.B. durch Beobachtung gewonnener Aussagen werden erklärungskräftige Satzsysteme, d.h. Theorien formuliert. Diese Theorien bilden die Basis für die Aufstellung von Aussagen, die die Gestaltung der Realität zum Ziele haben und damit der "Verwirklichung menschlicher Handlungsziele dienen".<sup>2)</sup>

Bei näherer Hinsicht lassen sich also zwei Wissenschaftsziele<sup>3)</sup> unterscheiden:

- 
- 1) vgl. Albert, H., Theorien in den Sozialwissenschaften, in: Theorie und Realität, Ausgewählte Aufsätze zur Wissenschaftslehre der Sozialwissenschaften, Hrsg.: H. Albert, 2. unveränd. Aufl., Tübingen 1972, S. 7; Kade, G., Die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 3
  - 2) Dlugos, G., a.a.O., S. 29
  - 3) vgl. auch Heinen, E., Zum Wissenschaftsprogramm ..., a.a.O., S. 210 ff.; ders., Betriebswirtschaftliche Kostenlehre, Bd. 1, 2. Aufl., Wiesbaden 1965, S. 125 ff.

Das theoretische Wissenschaftsziel manifestiert sich in der Aufstellung von "Hypothesen zur Erklärung/Begründung und Prognose von Realfällen und realen Regelmäßigkeiten"<sup>1)</sup> und in der Verdichtung solcher Sätze zu Realtheorien.

Das pragmatische Wissenschaftsziel<sup>2)</sup> wird dadurch charakterisiert, daß die bei der Verfolgung des theoretischen Zieles erarbeiteten Erkenntnisse zu Aussagen umgeformt werden, die auf die Lösung praktischer Probleme abzielen.<sup>3)</sup>

Dadurch, daß das pragmatische Wissenschaftsziel auf den Ergebnissen des theoretischen basiert, ist letzterem eine gewisse "Vorrangstellung" einzuräumen. Aus diesem Grunde sei die Theoriebildung als "zentrales" Anliegen der realwissenschaftlichen und damit auch der betriebswirtschaftlichen Forschung<sup>4)</sup> in den Vordergrund der Betrachtung gestellt. Analog reduziert sich das zu untersuchende Zulässigkeitsproblem auf die Frage, ob die Verwendung der Mathematik als sprachliches Mittel in der betriebswirtschaftlichen Theoriebildung zulässig ist. Die Untersuchung dieser eingeengten Problemstellung erfordert zunächst die Kennzeichnung der sprachlichen Dimension realwissenschaftlicher Aussagesysteme.

---

1) Dlugos, G., a.a.O., S. 29

2) vgl. Kosiol, E., Betriebswirtschaftslehre und Unternehmensforschung ..., a.a.O., S. 744 f.

3) vgl. Dlugos, G., a.a.O., S. 29; auch: Lausberg, F.W., Zum Problem der Steuersystemkonzeption aus der Sicht der betriebswirtschaftlichen Steuerlehre, in: ZfB 1972, S. 421 ff., hier S. 425

4) vgl. analog: Lausberg, F.W., a.a.O., S. 426 f. und S. 430 ff.

22 Realwissenschaftliche Aussagesysteme in sprach-  
logischer Analyse

221 Die sprachliche Basis der Aussagen

2211 Die Prädikation als Grundlage der Wissen-  
schaftssprache

Als Fundament jeder Wissenschaftssprache gilt das verwendete Begriffssystem.<sup>1)</sup> Daher gehören die Begriffsbildung, die Klärung verwendeter Begriffe, ihre Untersuchung auf Zweckadäquanz<sup>2)</sup> und ihre Verknüpfung zum Begriffssystem zu den wichtigsten Aufgaben jeder wissenschaftlichen Forschung.<sup>3)</sup>

Einem Objekt wird ein Wort, der sog. Prädikator zugeordnet. Dieser im vorwissenschaftlichen Bereich liegende semantisch-syntaktische Prozeß wird als Prädikation bezeichnet.<sup>4)</sup> Hierbei erhalten die Worte ihren Bedeutungsgehalt und ihre inhaltliche Bestimmung. Wird dabei der sprachliche Ausdruck auch hinsichtlich seiner Verwendungsregeln explizit normierend<sup>5)</sup> zugeordnet, so bezeichnet man ihn im wissenschaftlichen Bereich als

---

1) vgl. Glöckner, P.H., Über das Finden von Begriffen. Eine erkenntnistheoretisch-logische Untersuchung unter besonderer Berücksichtigung der Betriebswirtschaftslehre, Diss. TU Berlin 1962, S. 9; Seiffert, H., a.a.O., S. 30 f.

2) vgl. Szyperski, N., Zur Problematik, a.a.O., S. 18; auch: ders., Zur Anwendung des Terminus "pagatorisch", in: Organisation und Rechnungswesen, Festschrift für E. Kosiol, Hrsg. Grochla, E., Berlin 1964, S. 351 ff., hier S. 358

3) vgl. Geiger, T., Ideologie und Wahrheit, Stuttgart-Wien 1953, S. 143 (zit. nach Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 34)

4) vgl. Seiffert, H., a.a.O., S. 23 ff.

5) vgl. ebenda, S. 33

kontextinvariantes Element einer wissenschaftlichen Sprache,<sup>1)</sup> als Terminus.<sup>2)</sup> Ein System von Termini, die in einem systematischen Zusammenhang stehen und deren Relationen syntaktisch geregelt sind, heißt Terminologie.<sup>3)</sup>

Für den weiteren Aufbau einer Wissenschaftssprache sind nun Regeln erforderlich, nach denen die Termini verwendet werden. Das Mittel zu Festsetzung dieser Regeln ist die Definition.<sup>4)</sup> Nach Seiffert besteht eine Definition zunächst aus der "... Gleichsetzung eines bisher noch unbekannten Terminus mit einer Kombination bereits bekannter Termini."<sup>5)</sup> Durch die Definition werden in semantischem Aspekt invariante Aussagen über die Synonymität der sprachlichen Ausdrücke aufgestellt. In syntaktischer Hinsicht wird durch die Definition zugleich eine Substitutionsregel aufgestellt, die es erlaubt, den komplexen Ausdruck auf der rechten Seite, das Definiens, durch den einfachen auf der linken Seite, das Definiendum, zu ersetzen (oder umgekehrt), ohne daß sich etwas an der Bedeutung des Ausgesagten ändert:<sup>6)</sup> "... Die Ausdrücke auf beiden Seiten der Definitionsgleichung stellen den gleichen Begriff dar."<sup>7)</sup> Der Begriff ist demzufolge identisch

---

1) vgl. Kamlah, W., Lorenzen, P., Logische Propädeutik oder Vorschule des vernünftigen Redens, Mannheim 1967, S. 71

2) vgl. Szyperski, N., Zur Problematik ..., a.a.O., S. 31; auch: Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 31

3) vgl. Kamlah, W., Lorenzen, P., a.a.O., S. 70 ff.; Seiffert, H., a.a.O., S. 33

4) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 32

5) Seiffert, H., a.a.O., S. 33; bereits bekannte Termini werden analog definiert; die dabei entstehende Kette von immer neuen Definitionsgleichungen (unendlicher Regreß) muß willkürlich unterbrochen werden.

6) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 32 f.

7) ebenda

mit der Bedeutung<sup>1)</sup> des betreffenden Terminus, d.h. der Begriff ist das, was der Terminus laut explizit festgelegter Vereinbarung (Kontextinvarianz)<sup>2)</sup> zu verstehen gibt.<sup>3)</sup> Diese Bedeutung eines Terminus bezeichnet man in semantischer Analyse als seinen Inhalt oder seine Intension.<sup>4)</sup>

Die Extension oder der Umfang, d.h. der Anwendungsreich<sup>5)</sup> eines Terminus bezeichnet demgegenüber die Klasse der individuellen Sachverhalte<sup>6)</sup>, denen der Terminus zugeordnet werden kann. Mit der Intension eines Terminus ist gleichzeitig auch eine Extension, mit der gleichen Intension zweier Termini/Prädikatoren auch die gleiche Extension gegeben. Dies Verhältnis ist jedoch nicht umkehrbar.<sup>7)</sup>

Generell ist festzustellen, daß Begriffe nichts über die Realität aussagen können, da sie aufgrund willentlich vereinbarter Zuordnung von Prädikatoren zu individuellen Objekten entstehen. Daher ist auch der im Wege der Definition entwickelte Begriff nicht empirisch verifizierbar bzw. falsifizierbar.<sup>8)</sup>

---

1) vgl. zum Begriff: Bedeutung z.B. Kroeber-Riel, W., a.a.O., S. 25 ff.

2) vgl. Kamlah, W., Lorenzen, P., a.a.O., S. 71

3) vgl. ebenda, S. 66 und S. 86

4) vgl. Seiffert, H., a.a.O., S. 42

5) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 34

6) vgl. Kamlah, W., Lorenzen, P., a.a.O., S. 92 f.

7) vgl. Stegmüller, W., Hauptströmungen der Gegenwartsphilosophie, 3. erw. Aufl., Stuttgart 1965, S. 420; auch Lorenzen, P., Formale Logik, 3. Aufl., Berlin 1967, S. 13 ff.

8) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 33

## 2212 Die Konstruktion der Sätze

Im Anschluß an die elementaren Operationen der Prädikation bzw. der Begriffsbildung wird nun die Konstruktion der Sätze, deren sich die Theoriebildung zum Zwecke der Formulierung von Aussagen über ihren Objektbereich bedient, kurz gekennzeichnet.<sup>1)</sup>

Die einfachste Form einer Aussage und somit eines Satzes wird als Elementaraussage bezeichnet.<sup>2)</sup> Bereits die semantisch-syntaktische Zuordnung eines Prädikators zu einem Objekt, also eine einfache Prädikation, stellt eine solche Elementaraussage dar. Im Basisfall wird einem Gegenstand ein "einstelliger" Prädikator (Funktion) zugeordnet; es wird eine "Eigenschaft" eines Gegenstandes<sup>3)</sup> ausgedrückt, wie etwa in der Elementaraussage: "Dies ist ein Haus." Liegt ein "mehrstelliger" Prädikator, z.B. "... liegt zwischen ..." vor, so stellt die auf diese Weise entstandene Aussage, z.B. "Köln liegt zwischen Bonn und Düsseldorf" eine Relation dar, eine Beziehung, bei der ein einzelner Prädikator mehreren Gegenständen zugesprochen wird. In der nächsten Stufe werden einem einzelnen Gegenstand mehrere Prädikatoren zugeordnet, etwa "dies ist ein Haus", "dies ist hoch" oder zusammengezogen "dies Haus ist hoch"; es entsteht eine Kombination von Elementaraussagen. Werden diese per Relationsprädikator wiederum verknüpft

- 
- 1) In Anlehnung an Seiffert wird im Folgenden der Unterschied zwischen Satz und Aussage analog zum Unterschied zwischen Terminus/Prädikator und Begriff behandelt (vgl. Seiffert, H., a.a.O., S. 252, Anm. 72)
  - 2) vgl. Kamlah, W., Lorenzen, P., a.a.O., S. 34 ff.
  - 3) vgl. zur linguistischen Problematik dieser "Ausdrücke": Seiffert, H., a.a.O., S. 57 ff.; "Gegenstand" und "Sachverhalt" sind keine Prädikatoren, sondern sie bezeichnen das "Etwas", dem Prädikatoren zugesprochen werden.

und setzt man diesen Prozeß fort, entstehen komplexe, zur Abbildung der komplexen Realität geeignete Aussagen bzw. Sätze.<sup>1)</sup> Sind die in den Sätzen/Aussagen verwendeten Prädikatoren normierte, d.h. explizit vereinbarte und allerseits akzeptierte Termini, so kann ein darauf basierender Satz bzw. ein Aussagesystem in linguistischer Sicht als für wissenschaftliche Zwecke geeignet gelten.

Die so entstandenen Sätze sind anschließend nach ihrer Aussagestufe<sup>2)</sup> zu klassifizieren. Diese semantischen Stufen<sup>3)</sup> werden in jedem Sprachsystem unterschieden, da mit den verwendeten Sätzen nicht nur Aussagen über Gegenstände und Sachverhalte, sondern auch Aussagen über andere Sätze aufgestellt werden können. Bezeichnet man den Bereich der erfahrbaren Wirklichkeit als sprachliche Nullstufe,<sup>4)</sup> so werden Sätze, die etwas über diesen Objektbereich aussagen, der semantischen Stufe der Objektsprache<sup>5)</sup> zugeordnet; "als Objektsprache können natürliche Wort- oder künstliche Zeichensysteme (Symbolsprachen) fungieren".<sup>6)</sup> Stellt man nun eine Aussage über einen objektsprachlichen Satz auf, so gehört der resultierende Satz der nächsten Sprachstufe, der Metasprache an. Metasprachliche Aussagen beziehen sich also auf die sprachliche Dimension eines objektsprachlichen Aussagesystems.<sup>7)</sup>

1) vgl. zur Satz-/Aussagenbildung: Seiffert, H., a.a.O., S. 31 ff.

2) vgl. Carnap, R., Einführung in die ..., a.a.O., S. 77 f.; ders.: Introduction to Semantics ..., a.a.O., S. 3 f.; Czayka, L., Über die Bedeutung ..., a.a.O., S. 312

3) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 17

4) vgl. ebenda

5) = "Sprache erster Stufe" (Seiffert, H., a.a.O., S. 74)

6) Reichwald, R., Die menschliche Arbeit in der betriebswirtschaftlichen Produktionstheorie - Eine methodologische Analyse, Diss. München 1973, S. 18

7) vgl. Reichwald, R., a.a.O., S. 18

## 222 Die "Aussagekategorien" realwissenschaftlicher Aussagesysteme

---

Nachdem mit der Untersuchung der Begriffs- und Satz-  
bildung die sprachliche Basis der realwissenschaft-  
lichen Theoriebildung aufgezeigt wurde, sollen in  
einer weiteren Analyse die inhaltlichen Bezüge des  
Sprachinstrumentariums betriebswirtschaftlicher Theorien-  
bildung untersucht werden.

Schreiber unterscheidet in diesem Zusammenhang grund-  
sätzlich zwei Satz- bzw. Aussagekategorien: Die "Indi-  
vidualsätze" und die "Allsätze", wobei er inhaltlich  
die ersteren mit "singulären Aussagen", die letzteren  
mit "universellen Aussagen" gleichsetzt.<sup>1)</sup>

### 2221 Singuläre Aussagen

Singuläre Aussagen (Individualsätze) sagen etwas über  
einen bestimmten Gegenstand oder Sachverhalt aus, sie  
weisen einen konkreten Raum-Zeit-Bezug auf. Formal  
sind sie dadurch zu charakterisieren, daß sie, indem  
sie Gegenständen/Sachverhalten Eigenschaften zuschrei-  
ben oder Beziehungen zwischen diesen beschreiben,  
"... nur Eigennamen oder mit Hilfe von Eigennamen defi-  
nierte Individualbegriffe (also Eigenschaften und Be-  
griffe, Anm.d.Verf.) enthalten".<sup>2)</sup> Diese deskriptiven  
Elementaraussagen können mit Hilfe logischer Ver-  
knüpfungsregeln<sup>3)</sup> kombiniert werden.<sup>4)</sup>

- 1) vgl. Schreiber, R., Erkenntniswert betriebswirtschaft-  
licher Theorien, Wiesbaden 1960, S. 22; Fischer-  
Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 36
- 2) Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 36
- 3) z.B. Disjunktion, Konjunktion, Implikation und Äqui-  
valenz (Gebrauch ist durch Regeln der Logik festge-  
legt).
- 4) vgl. Carnap, R., Logische Syntax der Sprache,  
Wien 1934, S. 13

## 2222 Universelle Aussagen

Allsätze (universelle Aussagen) beinhalten demgegenüber Aussagen, die über den Individualfall hinaus für eine Vielzahl von Situationen gelten. Formal gesehen erhält man einen (einfachen) Allsatz, indem man in einem Individualsatz die Individualkonstante, die einen bestimmten Gegenstand/Sachverhalt bezeichnet, wegläßt und diese Stelle im Satz durch eine Variable ersetzt.<sup>1)</sup> Anstelle dieser Variablen ist jedes Individualzeichen einsetzbar, wobei der Wertbereich der Variablen beliebig einzugrenzen ist.<sup>2)</sup>

Diese Konstruktion der Allsätze verdeutlicht, daß es in der Wortsprache oft schwierig ist, einen Satz eindeutig als Allsatz zu identifizieren, da die gebundenen Individualvariablen der Allsätze in vielen Fällen mit dem gleichen sprachlichen Ausdruck belegt werden wie die Individualkonstanten der Individualsätze. Daher ist es oft nur aus dem Kontext zu entnehmen, ob es sich um eine Individual- oder Allaussage handelt.<sup>3)</sup> In der empirisch-wissenschaftlichen Theorienbildung treten meistens Allsätze auf, deren "Operand die Form einer allgemeinen (universellen) Implikation hat ...",<sup>4)</sup> d.h. Allsätze, die so lange, als sie nicht widerlegt worden sind, aussagen, daß alle Dinge, die die Eigenschaft P haben, auch stets die Eigenschaft Q aufweisen.<sup>5)</sup>

---

1) vgl. Carnap, R., Logische Syntax ..., a.a.O., S. 20

2) vgl. Schreiber, R., a.a.O., S. 26

3) vgl. Carnap, R., Einführung in die symbolische Logik, a.a.O., S. 35 f.

4) Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 36; Zur Problematik logischer Implikationen: vgl. Tarski, A., Introduction to Logic and to Methodology of Deductive Sciences, 3. Ed., New York 1965, S. 23

5) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 36

2223 Der nomologisch-hypothetische Charakter  
universeller Aussagen

---

"Als die zentralen Bestandteile empirisch-kognitiver Satzsysteme sind die universellen Sätze anzusehen, welche in Form nomologischer Hypothesen Behauptungen über empirische Invarianzen, die sog. "Gesetzmäßigkeiten" im Bezugsbereich der Theorien aufstellen."<sup>1)</sup> Um diesen nomologisch-hypothetischen Charakter aufzuweisen, muß der implikative Allsatz nach der Forderung der analytischen Wissenschaftstheorie bestimmte Voraussetzungen erfüllen.

Der hypothetische Charakter eines Allsatzes manifestiert sich in der Behauptung z.B. einer bestimmten Konditionalität, d.h. ein hypothetisch-implikativer Allsatz behauptet beim Vorliegen eines Sachverhaltes bestimmter Art das Auftreten eines anderen bestimmten Sachverhaltes, dadurch zugleich indirekt das Nichtauftreten anderer - logisch möglicher - Sachverhalte. Über diesen Ausschluß logisch möglicher Ereignisse besteht für die Allhypothese das Risiko des Scheiterns im Vergleich mit der Realität, da sie erst durch diese Behauptung der empirischen Unmöglichkeit logisch möglicher Ereignisse/Sachverhalte einer Nachprüfung anhand der Empirie zugänglich wird.<sup>2)</sup>

Um den Gesetzescharakter einer universellen Aussage zu konstituieren, fordert Hempel als Minimalbedingung, daß die Universalaussage mit einer Verbindung singulärer Aussagen logisch nicht äquivalent sein dürfe,<sup>3)</sup> oder

---

1) Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 36

2) vgl. ebenda, W.F., a.a.O., S. 37

3) vgl. Hempel, C.G., Aspects of Scientific Explanation. And Other Essays in the Philosophy of Science, 2. Ed., New York-London 1968, S. 340; Stegmüller, W., Probleme und Resultate ..., Bd. I, a.a.O., S. 314 ff.; auch: Dlugos, G., a.a.O., S. 33

wie Dlugos formuliert, daß sie "von wesentlich genereller Form sein müsse".<sup>1)</sup>

Eine nomologische Hypothese behauptet demnach beim Vorliegen bestimmter Sachlagen das Eintreten anderer bestimmter Sachverhalte ohne irgendeinen Raum-Zeit-Bezug (wobei sie zugleich das Eintreten von anderen denkbaren Ereignissen ausschließt und deren empirische Unmöglichkeit behauptet).<sup>2)</sup>

Liegt dagegen eine Beschränkung der Hypothese auf bestimmte Raum-Zeit-Koordinaten vor, verliert die Hypothese also ihre generelle Gültigkeit, spricht man von einer Quasihypothese,<sup>3)</sup> die immer einen akzidentellen<sup>4)</sup> Charakter hat.

## 223 Die Struktur realwissenschaftlicher Aussagesysteme

Die hier zugrundegelegte Konzeption der analytischen Wissenschaftstheorie abstrahiert in ihren formalen Regeln bezüglich der realwissenschaftlichen Theoriebildung von der Bedeutung der sprachlichen Komponenten;<sup>5)</sup> sie betreffen ausschließlich den strukturellen Aufbau eines idealtypisch axiomatisch-deduktiven Satzsystems. Ein

---

1) Dlugos, G., a.a.O., S. 33

2) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 37

3) zur Problematik der Raum-Zeit-Begrenzung: vgl. Albert, H., Der moderne Methodenstreit..., a.a.O., S. 174 ff.

4) vgl. Stegmüller, W., Probleme und Resultate ..., a.a.O., Bd. I, S. 274

5) vgl. Albert, H., Theorie und Prognose in den Sozialwissenschaften, in: Logik der Sozialwissenschaften, Hrsg. Topitsch, E., Köln-Berlin 1968, S. 126 ff., hier S. 128 ff.

solches Satzsystem basiert auf je zwei Klassen von Begriffen und Aussagen. Zum einen auf Grundbegriffen und im Wege der Definition gefundenen Begriffen, zum anderen auf den Grundaussagen und den abgeleiteten Aussagen. Die undefinierten Begriffe werden mit Hilfe von Definitionsregeln aus den definierten Grundbegriffen abgeleitet, die abgeleiteten Aussagen (Theoreme) anhand von Transformationsregeln aus den Grundaussagen (Axiomen) logisch deduziert.<sup>1)</sup> An die Axiome eines derartigen Satzsystems knüpft Albert die Forderungen: Widerspruchslosigkeit, Unabhängigkeit, Adäquanz und Notwendigkeit,<sup>2)</sup> die die Reinheit des logischen Formalsystems gewährleisten sollen. Zur Erklärung eines realen Sachverhaltes bedarf dieser Kalkül jedoch einer Interpretation, um den Bezug zur erfahrbaren Wirklichkeit herzustellen.

#### 2231 Die Erklärung individueller Sachverhalte

Zur Erklärung individueller realer Sachverhalte<sup>3)</sup> werden verschiedene Aussagen benötigt. Zum einen Aussagen über den zu erklärenden Sachverhalt (das Explanandum).

---

1) vgl. Reichwald, R., a.a.O., S. 11

2) vgl. Albert, H., Theorie und Prognose ..., a.a.O., S. 128

3) vgl. hierzu: Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 45 ff.; Hempel, C.G., Oppenheim, P., The Logic of Explanation, in: Feigl, H., Brodbeck, M., (Eds.), Readings in the Philosophy of Science, New York 1953, S. 319 ff., hier S. 319 ff.; Popper, K.R., Die Zielsetzung der Erfahrungswissenschaft, in: Theorie und Realität, Ausgewählte Aufsätze zur Wissenschaftslehre der Sozialwissenschaften, Hrsg. Albert, H., 2. veränd. Aufl., Tübingen 1972, S. 30 ff.; Stegmüller, W., Probleme und Resultate..., Bd. 1, a.a.O., Kap. I

Zum anderen Aussagen, die zur Erklärung des Explanandums dienen; diese zerfallen in zwei Teilklassen. Die erste enthält die zur Erklärung benötigten nomologischen Hypothesen, die zweite Klasse beinhaltet singuläre Aussagen über konkrete Sachverhalte, deren Vorliegen die Voraussetzung für die Anwendung der Hypothesen ist; sie werden daher Antecedensbedingungen genannt.<sup>1)</sup> Eine wissenschaftliche Erklärung liegt demzufolge dann vor, wenn die Antecedensbedingungen realisiert sind, d.h. die Wenn-Komponente der Hypothese erfüllt ist und das Explanandum (die in der Dann-Komponente der Hypothese fixierte Behauptung) nach logischen Regeln aus dem Explanans deduziert werden kann. Derselbe logisch-deduktive Vorgang findet bei statistischen Aussagen statt.<sup>2)</sup> In formaler Darstellung ergibt sich folgendes Erklärungsschema:<sup>3)</sup>

|                   |                         |             |
|-------------------|-------------------------|-------------|
| $H_1, \dots, H_r$ | nomologische Hypothesen | ) Explanans |
| $A_1, \dots, A_k$ | Antecedensbedingungen   |             |
| <hr/>             |                         |             |
| E                 | Explanandum             |             |

Als grundlegende Adäquatheitsbedingung für eine wissenschaftliche Erklärung dieses deduktiven Typs hebt Fischer-Winkelmann das Vorhandensein mindestens einer nomologischen Hypothese im Explanans hervor, wobei diese intersubjektiver Kritik im vorbeschriebenen Sinne zugänglich sein muß.<sup>4)</sup>

1) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 46

2) vgl. Stegmüller, W., Probleme und Resultate ..., Bd. I, a.a.O., S. 624 ff. und S. 708 ff.

3) zur formalen Darstellung der logischen Struktur der Erklärung vgl. Dlugos, G., a.a.O., S. 31 (HO-Schema)

4) Fischer-Winkelmann weist in diesem Zusammenhang auf die Gefahr des Entstehens sog. ad-hoc-Erklärungen hin. (vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 47 f.; ferner: Bunge, M., Scientific Research, Vol II, The Search for Truth, Berlin-Heidelberg-New York 1967, S. 45; vgl. Feigl, H., Some Remarks on the Meaning of Scientific Explanation, in: Readings in Philosophical Analysis, New York 1949, S. 511)

## 2232 Die Prognose realer Sachverhalte

Die Prognose gilt als weiteres explanatorisches Teilziel der Realwissenschaften. Sie dient "zur wissenschaftlich fundierten Vorhersage zukünftiger Ereignisse oder Zustände im Grundbereich der Theorie".<sup>1)</sup>

Erklärung und Prognose sind ihrer logischen Struktur nach äquivalent, d.h. die Adäquatheitsbedingungen für die Aussagen und die Struktur des logischen Schlusses sind bei Erklärung und Prognose gleich; sie haben die gleichen semantischen Eigenschaften.<sup>2)</sup> Der wesentliche Unterschied liegt in der pragmatischen Dimension, er drückt sich in der verschiedenen Zwecksetzung erklärender und prognostischer Satzsysteme aus: "Im Falle der Erklärung wird ausgehend von einem realen Ereignis (E) das Explanans, d.h. der Ursache-Wirkungszusammenhang gesucht, im Falle der Prognose sind die Ausgangsbedingungen (...) und mindestens eine Gesetzhypothese (G) gegeben, mit deren Hilfe zukünftige Ereignisse abgeleitet werden können."<sup>3)</sup>

Wie bei der Erklärung ist auch bei der Prognose die nomologische Hypothese zentraler Bestandteil des logischen Ableitungsprozesses. Ihre Gültigkeit ist ex definitione nicht raum-zeitlich eingeeengt, daher bezieht sie sich auf eine Klasse von Fällen, die zwar durch bestimmte Merkmale charakterisiert, die aber insbesondere in zeitlicher Hinsicht nicht abgeschlossen ist und somit auch die Fälle, die in der Zukunft liegen, einschließt.

---

1) Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 52

2) vgl. Albert, H., Theorie und Prognose ..., a.a.O., S. 126 f.

3) Reichwald, R., a.a.O., S. 13

Dadurch gestattet eine Hypothese vermittels ihres nomologischen Gehaltes in Verbindung mit den Antecedensbedingungen sowohl die Ableitung einer singulären Aussage, die einen vergangenen oder präsenten Sachverhalt abbildet als auch die Deduktion einer Singuläraussage, die als Prognose das Eintreffen eines zukünftigen Sachverhaltes beschreibt.<sup>1)</sup>

Analog zum bekannten H-O-Schema<sup>2)</sup> für wissenschaftliche Erklärungen entwirft Fischer-Winkelmann folgendes Schema zur Prognose realer Sachverhalte:

|                   |                                                       |
|-------------------|-------------------------------------------------------|
| $H_1, \dots, H_r$ | (nomologische Hypothesen)                             |
| $A_1, \dots, A_k$ | (Sätze, welche die Antecedensbedingungen beschreiben) |
| <hr/>             |                                                       |
| P                 | Prognose (i.e.S.) <sup>3)</sup>                       |

### 23 Anforderungen der analytischen Wissenschaftstheorie an realwissenschaftliche Aussagen

Die formalen Regeln der analytischen Wissenschaftstheorie für die Theoriebildung wurden anhand der Analyse der Struktur realwissenschaftlicher Aussagesysteme dargestellt. Die analytische Wissenschaftstheorie stellt aber auch gewisse inhaltlich bezogene Anforderungen<sup>4)</sup>

- 
- 1) vgl. Popper, K.R., Logik in der Forschung ..., a.a.O., S. 31; Kloten, N., Kuhn, H., Wirtschaftswissenschaften: Methodenlehre II. Formen positiver Methodologie, in: Handwörterbuch der Sozialwissenschaften, Hrsg. Beckerath, E.v., et al., Bd. 12, Stuttgart-Tübingen-Göttingen 1965, S. 304
  - 2) vgl. Hempel, C.G., Oppenheim, P., The Logic of Explanation ..., a.a.O., S. 321 f.
  - 3) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 54
  - 4) vgl. Dlugos, G., a.a.O., S. 24

an betriebswirtschaftliche Theorien. Im Zusammenhang mit dem Postulat der intersubjektiven Nachprüfbarkeit der Aussagesysteme<sup>1)</sup> werden einige Sollanforderungen an die in der Theorie verwendeten einzelnen Aussagen gestellt. Aufgrund der engen Verknüpfungen, die zwischen Aussage und sprachlicher Formulierung bestehen, richten sich diese Anforderungen auch auf die sprachliche Dimension der Aussagen.<sup>2)</sup>

Die Untersuchung der Zulässigkeit der Mathematik als Sprache oder sprachliches Instrument kann daher aufgrund dieser engen Verknüpfung formaler und inhaltlicher Komponenten der Aussagesysteme die Betrachtung der inhaltlichen Anforderungen nicht übergehen, von denen die in diesem Zusammenhang bedeutenden kurz aufgezeigt seien.

### 231 Der empirische Gehalt der Aussagen

In der Verfolgung ihres Ziels, reale Sachverhalte zu erklären, bedient sich die realwissenschaftliche Theorie empirisch gehaltvoller Aussagen, d.h. die Aussagen müssen anhand von Beobachtungen der Realität oder von Experimenten überprüfbar sein.<sup>3)</sup> Aus diesem Grunde müssen die verwendeten Sätze entweder in einer Objektsprache formuliert, oder mit dieser eindeutig in Beziehung zu setzen sein, denn nur so wird eine Überprüfung auf empirischem Wege möglich.<sup>4)</sup> "Laßt sich keine Beziehung zu den Beobachtungstermen herstellen,

---

1) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 29

2) vgl. ebenda

3) vgl. Hempel, C.G., On the Nature ..., a.a.O., S. 248

4) vgl. Dlugos, G., a.a.O., S. 34

so bleibt die Erklärungsbehauptung gegen eine kritische Überprüfung immun. Derartige Konstruktionen sind bei entsprechendem Aussageinhalt dogmatisierungsanfällig." <sup>1)</sup>

Die analytische Wissenschaftstheorie fordert daher von realwissenschaftlichen Aussagen neben der Erfüllung anderer Voraussetzungen <sup>2)</sup> den Nachweis empirischer Signifikanz. Dieses Kriterium wurde in den einzelnen Entwicklungsstadien bzw. Auffassungen der Wissenschaftstheorien in verschiedenen, jeweils andersartigen Ausprägungen postuliert. Die hierfür entwickelten Abgrenzungskriterien, z.B. Verifizierbarkeit, prinzipielle Falsifizierbarkeit u.ä. stecken unterschiedliche Bereiche für die Abgrenzung der empirisch gehaltvollen von den empirisch nicht-gehaltvollen Aussagen ab. <sup>3)</sup>

Popper stellt an realwissenschaftliche Aussagen die Bedingung, daß sie empirisch gehaltvoll sein müssen: Dabei sollen nur solche Aussagen als empirisch signifikant anerkannt werden, deren Realitätsgehalt intersubjektiv überprüfbar ist. <sup>4)</sup>

Als Abgrenzungskriterium erfahrungswissenschaftlicher Aussagen von empirisch nicht-gehaltvollen, lediglich formal gültigen Aussagen führt er die Falsifizierbarkeit ein: <sup>5)</sup> Er fordert für Aussagen, die Anspruch auf

---

1) Dlugos, G., a.a.O., S. 34

2) vgl. Stegmüller, W., Probleme und Resultate ..., Bd. II: Theorie und Erfahrung, a.a.O., S. 186 ff.

3) vgl. hierzu: Stegmüller, W., Probleme und Resultate ..., Bd. II: Theorie und Erfahrung, a.a.O., S. 186 ff.; Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 38 ff.; Popper, K.R., Logik der Forschung, a.a.O.; vgl. auch Dlugos, G., a.a.O., S. 34 ff. und die dort angeführte Literatur

4) vgl. Popper, K.R., Die Zielsetzung der Erfahrungswissenschaft ..., a.a.O., S. 30 ff.

5) vgl. ders., Conjectures and Refutations: The growth of scientific knowledge, New York-Evanston 1968, S. 36 f.

Realitätsgehalt erheben die Möglichkeit, anhand von Beobachtungen der Wirklichkeit widerlegbar zu sein.<sup>1)</sup>

Die unterschiedliche Möglichkeit des Scheiterns einer Aussage an der Erfahrung wird durch den "Falsifizierungsgrad" charakterisiert. Nach Popper nimmt der empirische Gehalt einer Aussage mit ihrem Falsifizierungsgrad zu,<sup>2)</sup> d.h. eine Aussage informiert um so mehr über die Wirklichkeit, je mehr sie ausschließt. Bezogen auf nomologische Hypothesen kann zwischen deren empirischem Gehalt und dem Informationsgehalt ihrer (Wenn - Dann-)Komponenten ein Zusammenhang festgestellt werden. Engt man durch eine Veränderung der Wenn-Komponente den Anwendungsbereich eines implikativen Satzes ein, sinkt also die Allgemeinheit dieser Aussage, so steigt der Informationsgehalt des Wenn-Satzes, da er mehr Situationen, Ereignisse usw. ausschließt. Der empirische Gehalt der gesamten Hypothese sinkt jedoch, da die Falsifikationsmöglichkeiten eingeschränkt werden.<sup>3)</sup>

Präzisiert man andererseits die Dann-Komponente, d.h. die behauptete Konsequenz, so steigt ihr Informationsgehalt und mit ihm der Informationsgehalt der gesamten Hypothese.<sup>4)</sup> Größere Bestimmtheit bedeutet also in diesem Zusammenhang größere Falsifizierbarkeit und damit größeren empirischen Gehalt der hypothetischen Aussage.<sup>5)</sup>

---

1) Nicht falsifizierbar und damit ohne empirische Signifikanz sind analytische Sätze; sie sind aus Gründen ihrer logischen Verknüpfung nicht zu widerlegen und daher immer wahr.

2) vgl. Popper, K.R., Logik der Forschung, a.a.O., S. 77 ff.

3) vgl. Dlugos, G., a.a.O., S. 37

4) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 39

5) vgl. Dlugos, G., a.a.O., S. 37

Carnap bestimmt die Voraussetzung des empirischen Gehaltes wissenschaftlicher Aussagen anders als Popper.<sup>1)</sup> Ob eine Aussage empirisch gehaltvoll ist, richtet sich danach, ob und inwieweit das Substrat der Aussage beobachtbar ist. Dieser Gedankengang führt zur Entwicklung des empiristischen Sinnkriteriums,<sup>2)</sup> d.h. zur Formulierung von Bedingungen dafür, ob Aussagen als empirisch wahr (oder falsch) zu bezeichnen sind. In extremer Ausprägung verlangt das empiristische Sinnkriterium die strikte Bestätigungsfähigkeit/Verifizierbarkeit einer Aussage.<sup>3)</sup>

Das Kriterium der Prognoserelevanz als weiteste Fassung des empiristischen Sinnkriteriums basiert auf einer sprachanalytischen Differenzierung. Die uniforme Wissenschaftssprache  $L_w$  wird in eine empirische Objektsprache  $L_o$  und eine theoretische Sprache  $L_T$  aufgespalten. Zugleich bewirkt dies eine Zweiteilung des empirischen Signifikanzproblems in das der beobachtungssprachlichen und das der theoretischen Aussagen.

Die Begriffe der empirischen Objektsprache  $L_o$  müssen sich auf beobachtbare Grundprädikate zurückführen lassen. Die Aussagen können einfach oder komplex verknüpfte Beobachtungsaussagen sein. Insofern sind  $L_o$ -sprach-

---

1) vgl. auch zum folgenden: Carnap, R., *The Methodological Character of Theoretical Concepts*, in: *The Foundations of Science and the Concepts of Psychology and Psychoanalysis*, Eds. Feigl, H., Scriven, M., 5. Ed., Minneapolis 1964, S. 38 ff.; Kroeber-Riel, W., *Wissenschaftstheoretische Sprachkritik ...*, a.a.O., S. 159 ff.; Leinfellner, W., *Struktur und Aufbau wissenschaftlicher Theorien*, Wien-Würzburg 1965, S. 22 und S. 27 ff.; Reichwald, R., a.a.O., S. 148 ff.; Steinmann, H., Matthes, W., *Wissenschaftstheoretische Überlegungen zum System Gutenbergs*, in: Dlugos, G., Eberlein, G., Steinmann, H., (Hrsg.), *Wissenschaftstheorie ...*, a.a.O., S. 119 ff., hier S. 128

2) vgl. Stegmüller, W., *Hauptströmungen ...*, a.a.O., S. 381

3) vgl. ebenda, S. 381 f.

liche Ausdrücke an der Realität bestätigungsfähig.<sup>1)</sup> Die theoretische Sprache  $L_T$  dagegen beruht auf einem Vokabular undefinierter Grundbegriffe und auf aus diesen deduktiv-definitiorisch abgeleiteten Begriffen, die nur indirekten oder gar keinen Bezug zum Objektbereich der Wirklichkeit aufweisen.<sup>2)</sup> In dieser theoretischen Sprache wird später die Theorie formuliert. Wegen des fehlenden Realitätsbezuges von  $L_T$  nimmt sie zunächst die Form eines uninterpretierten Kalküls an.<sup>3)</sup> Um die Verbindung zur Empirie herzustellen, d.h. um realwissenschaftliche Aussagen zu erhalten, muß der formale Ausdruck bzw. die formale Theorie empirisch interpretiert werden. Die hierfür zu entwickelnden Korrespondenzregeln übernehmen diese Aufgabe.<sup>4)</sup>

Für theoretische Begriffe (Aussagen), die weder durch Definition noch durch Korrespondenzregeln ganz oder teilweise auf die beobachtbare Realität zurückzuführen sind, gibt Carnap als Verwendungskriterium die Voraussage- oder prognostische Relevanz an.<sup>5)</sup> Diese stark erweiterte Fassung des empiristischen Sinnkriteriums kennzeichnet Stegmüller in folgender Weise: Es muß wenigstens eine Aussage der Theorie geben, "... welche diesen Begriff enthält, ..., mit dessen Hilfe Voraussagen beobachtbarer künftiger Ereignisse abgeleitet werden können, die sich ohne diese Aussage nicht gewinnen lassen. Die prognostische Relevanz eines theoretischen Begriffes besteht somit in seiner Leistung für bestimmte Voraus-

---

1) vgl. Stegmüller, W., Hauptströmungen ..., a.a.O., S. 392 f. und Dlugos, G., a.a.O., S. 36

2) vgl. Kroeber-Riel, W., Wissenschaftstheoretische Sprachkritik ..., a.a.O., S. 160

3) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 40

4) vgl. Reichwald, R., a.a.O., S. 148

5) vgl. Stegmüller, W., Hauptströmungen ..., a.a.O., S. 465

sagen, denn seine Streichung aus dem theoretischen Vokabular hätte zur Folge, daß diese Voraussagen nicht mehr möglich wären."<sup>1)</sup>

## 232 Die faktische Wahrheit der Aussagen

Als weitere Voraussetzung für die Zulässigkeit einer Aussage in realwissenschaftlichen Theorien fordert die analytische Wissenschaftstheorie die eindeutige faktische Wahrheit der Aussagen.<sup>2)</sup> Dieses Postulat impliziert die empirische Signifikanz der betrachteten Aussage, da ihr empirischer Wahrheitswert nur anhand einer Konfrontation mit dem beschriebenen realen Sachverhalt bestimmt werden kann.

Reale, d.h. konkret-historische Sachverhalte werden in singulären Aussagen (oder Quasihypothesen)<sup>3)</sup> erfaßt. Die Realität gestattet aufgrund ihrer Komplexität nur eine subjektive, vom Beobachter abhängige sprachliche Erfassung einzelner Aspekte des realen Sachverhaltes.<sup>4)</sup> Zudem treten bei dieser sprachlichen Abbildung seman-

- 
- 1) Stegmüller, W., Hauptströmungen ..., a.a.O., S. 465. Die Darstellung lediglich dieser beiden Kriterien für die Abgrenzung empirisch gehaltvoller von empirisch nicht-gehaltvollen Aussagen wurde im Hinblick auf das Ziel der vorliegenden Untersuchung vorgenommen.
  - 2) vgl. Hempel, C.G., Oppenheim, P., The Logic of Explanation ..., a.a.O., S. 321 f.; ders., On the Nature ..., a.a.O., S. 248; zur logischen Wahrheit: vgl. S. 31 ff. der vorliegenden Arbeit.
  - 3) Die Quasihypothesen sollen in dieser idealtypischen Betrachtung außer Ansatz bleiben.
  - 4) vgl. Stegmüller, W., Probleme und Resultate ..., Bd. I, a.a.O., S. 82

tische und pragmatische Varianten auf, die durch die subjektiv gefärbte Prädikation der Sachverhalte durch verschiedene Beobachter entstehen. Dadurch sind die Aussagen, auch wenn ihr Inhalt mit den von einer Person oder Personengruppe vorgenommenen Beobachtungen übereinstimmt, einer zu fordernden intersubjektiven Kritik<sup>1)</sup> noch nicht zugänglich.<sup>2)</sup> Bei einer solchen Aussage liegt zwar subjektive Gewißheit vor, die faktische Wahrheit gilt jedoch nicht als erwiesen.

Eine Aussage gilt dann als faktisch wahr, wenn sich aus ihr andere singuläre Aussagen ableiten lassen.<sup>3)</sup> Um dies nachzuprüfen, werden determinierte nomologische Hypothesen benötigt, deren Wenn-Komponenten die zu prüfende singuläre Aussage beinhalten; die Dann-Komponenten müssen jeweils verschiedene Sachverhalte behaupten, die sämtlich zutreffend sein müssen, wenn die singuläre Aussage als faktisch wahr zu akzeptieren sein soll.<sup>4)</sup>

Gleichermaßen müssen die abgeleiteten Aussagen intersubjektiv geprüft werden können, da, falls diese unkritisierbar sein sollten, der Wahrheitswert der ursprünglich zu prüfenden Singuläraussage nicht objektiv festgestellt werden kann.<sup>5)</sup> Dlugos hebt in diesem Zusammenhang hervor "..., daß die Gewißheit dessen, der den Realfall, von dem die zu prüfende Aussage spricht, wahrgenommen hat, nicht der Kritik unterzogen wird".<sup>6)</sup> Es sind somit grundsätzlich alle singulären Aussagen intersubjektiver Kritik bezüglich ihres Wahrheitswertes zu

---

1) vgl. Popper, K.R., Logik der Forschung, a.a.O., S.18 ff.

2) vgl. Kraft, V., Erkenntnislehre, Wien 1960, S. 201 f.

3) vgl. Dlugos, G., a.a.O., S. 40 f.

4) vgl. ebenda, S. 41

5) vgl. Popper, K.R., Logik der Forschung, a.a.O., S. 20; zum Regreßproblem S..69 ff.

6) Dlugos, G., a.a.O., S. 41

unterziehen, "... gleichgültig, ob ihnen intersubjektiv wahrnehmbare oder ... nicht wahrnehmbare Realfälle zugrunde liegen. In welchem Umfange der Wahrheitstransfer von den intersubjektiv überprüften Wahrnehmungsaussagen zurück zu den Aussagen, die dem Prüfungsverfahren zu unterziehen waren, akzeptiert wird, ist allerdings davon abhängig, welche ... Anforderungen an die Beziehung zwischen den zu prüfenden und den Wahrnehmungsaussagen gestellt werden."<sup>1)</sup>

Da die faktische Wahrheit singulärer Aussagen aufgrund ihres direkten Bezuges zu bestimmten empirischen Sachverhalten eindeutig festgestellt werden kann, werden sie zur Nachprüfung des Wahrheitswertes universeller Aussagen, bei denen dieser direkte spezielle Realitätsbezug fehlt, herangezogen. Diese deterministischen (oder statistischen)<sup>2)</sup> nomologischen Hypothesen behaupten bei Vorliegen bestimmter "singulärer" Sachverhalte die Sequenz anderer bestimmter (singulärer) Sachverhalte ohne raumzeitliche Einschränkung. Ihr Wahrheitswert kann durch die "Deduktion singulärer Aussagen und den Nachweis, daß die deduzierten singulären Aussagen wahr sind, ..." <sup>3)</sup> konstatiert werden. Eine derart als "wahr" bestätigte Hypothese kann jedoch nur als "vorläufig wahr" angenommen werden, da die Prüfung anhand einer endlichen Anzahl von singulären Aussagen das Vorhandensein weiterer eventuell "falscher" Aussagen nicht ausschließt und damit eine absolute Verifikation nicht gestattet. Tritt dagegen unter dieser endlichen Anzahl eine einzige als falsch zu bezeichnende Singuläraussage auf, so führt

---

1) Dlugos, G., a.a.O., S. 41

2) Über determinierte und statistische nomologische Hypothesen vgl.: Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 40

3) Dlugos, G., a.a.O., S. 39 f.

dies nach dem Popperschen Falsifikationskriterium zur Ablehnung (Falsifikation) der Hypothese.<sup>1)</sup>

### 3 Zur Zulässigkeit der Anwendung der Mathematik in der Betriebswirtschaftslehre

Die bisherigen Untersuchungen befaßten sich eingangs mit der Formalwissenschaft Mathematik. Die Kennzeichnung ihrer besonderen Merkmale zeigte eindeutige Analogien zur natürlichen Sprache. Auf diesen Sprachcharakter deuten auch die Funktionen der Mathematik in der Betriebswirtschaftslehre hin. Es erschien daher naheliegend, die zentrale Problematik der Zulässigkeitsfrage zunächst unter linguistischen Aspekten zu analysieren.

Als "zentrales" Ziel der Realwissenschaft Betriebswirtschaftslehre wurde die Aufstellung erklärungskräftiger Aussagesysteme bezeichnet; die anschließende sprachlich-methodische Analyse zeigte im Aufbau und in der Struktur solcher Theorien die enge Verknüpfung formaler und inhaltlich-sprachlicher Aspekte. Zudem ergab sich, daß entsprechend der Konzeption der analytischen Wissenschaftstheorie bestimmte formale und inhaltliche Anforderungen an real-wissenschaftliche Aussagesysteme zu stellen sind.

Wenn die Verwendung mathematischer Ausdrucksmittel für die Formulierung betriebswirtschaftlicher Theorien zulässig sein soll, müssen die mathematisch-formulierten Aussagen denselben Anforderungen genügen, die an verbal-formulierte gestellt werden. Die nun folgende Analyse

---

1) vgl. Popper, K.R., Logik der Forschung, a.a.O., S. 15 f.

soll prüfen, ob und inwieweit die Mathematik als fachsprachliches Instrument den Anforderungen, die die analytische Wissenschaftstheorie an realwissenschaftliche Aussagen bzw. Aussagesysteme stellt, gerecht werden kann.

31 Die methodologische Begründung der Zulässigkeit mathematisch-formulierter Aussagen

311 Die ontologische Unabhängigkeit der Mathematik als methodologische "Legitimation"

Die Kennzeichnung der Mathematik als Formalwissenschaft impliziert ihre ontologische Unabhängigkeit oder "ontologische Neutralität".<sup>1)</sup> Dadurch, daß sich die Mathematik in ihrer Charakterisierung als "bedeutungsleeres, auf Kurzsymbolen aufgebautes Sprachsystem"<sup>2)</sup> nur mit der Ordnung und/oder Verknüpfung inhaltsleerer Idealobjekte, eben der Kurzsymbole befaßt, besteht zunächst keine Relation zum Bereich der Ontologie. Die neue Logik oder Logistik<sup>3)</sup> beweist aber, daß "sich aus der logischen Zuordnung des Beobachtungswissens in den theoretischen Systemen empirischer Wissenschaften"<sup>4)</sup> die

---

1) Kade, G., Die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 133

2) Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 98

3) vgl. Juhos, B., Die neue Logik als Voraussetzung der wissenschaftlichen Erkenntnis, in: Studium Generale, Bd. 6, 1953, S. 593 ff.; auch: Carnap, R., Abriß der Logistik mit besonderer Berücksichtigung der Relationstheorie und ihrer Anwendungen, Wien 1929

4) Kade, G., Die Verdächtigung ..., a.a.O., S. 28; ders., Die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 64

Möglichkeit zur Anwendung der Mathematik auf die erfahrbare Wirklichkeit ergibt.<sup>1)</sup> Es ist also zulässig, den mathematischen Kalkül als logisches Forschungsinstrument für die verschiedenen erfahrungswissenschaftlichen Disziplinen ontologisch zu interpretieren. Dies impliziert wiederum die Zulässigkeit der Zuordnung auch ökonomischer Inhalte zu den Symbolen der Mathematik.

Durch diese ontologische Unabhängigkeit der Mathematik erscheint auch das in der Betriebswirtschaftslehre immer wieder vorgebrachte Argument, Mathematik sei als Forschungsinstrument nur für quantitative, nicht aber für qualitative Vorgänge zulässig,<sup>2)</sup> in einem anderen Licht. Diese Auffassung impliziert nämlich "die Behauptung eines bereits ontologisch vorgegebenen absoluten Unterschiedes von Quantität und Qualität ...,"<sup>3)</sup> die insofern nicht gerechtfertigt ist, als die Einstellung und Zuordnung der Attribute quantitativ und qualitativ ausschließlich vom Entwicklungsstand der Disziplin und der allgemeinen Meßtheorie abhängt.<sup>4)</sup> Zum anderen würde eine auf die genannte Behauptung gestützte Einengung des Zulässigkeitspielraumes der Mathematik auf das Quantitative eine Nichtanerkennung ihrer ontologischen Neutralität darstellen. Ebenso würde eine definitatorische Einengung der Anwendbarkeit der Mathematik auf die technisch-physikalischen Prozesse in der Betriebswirtschaftslehre (z.B. Prozesse der Produktion)<sup>5)</sup> eine Mißachtung

---

1) vgl. Kade, G., Die Verdächtigung ..., a.a.O., S. 28; ders., Die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 64

2) vgl. Angermann, A., Unternehmerische Entscheidungen..., a.a.O., S. 12 und die dort angeführte Literatur

3) Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 98

4) vgl. ebenda

5) vgl. insbes. Kulhavy, E., Operations Research a.a.O., S. 154 f.

der ontologischen Neutralität der Mathematik bedeuten.<sup>1)</sup> Bei solchen Begründungen für eine Einengung des mathematischen Zulässigkeitspektrums liegt eine unterschiedslose Vermengung der inhaltlichen mit der formalen Rede-weise vor. Die Mathematik enthält wie die Logik "keine wie auch immer geartete Aussage über die Wirklichkeit ...",<sup>2)</sup> eine inhaltliche Festlegung auf mechanische Objektbereiche erscheint daher in diesem Zusammenhang<sup>3)</sup> unstatthaft.

Allein die Untersuchung dieser wichtigsten Argumente gegen eine freie Verwendung des Sprachinstrumentes Mathematik im Bereich der Betriebswirtschaftslehre zeigt, daß solche Einwände unter Beachtung der ontologischen Neutralität der Mathematik nicht haltbar sind.<sup>4)</sup>

Nun ist aber durch die ontologische Unabhängigkeit der Mathematik die Frage nach der Zulässigkeit ihrer Verwendung in der Betriebswirtschaftslehre offenbar nicht vollständig beantwortet. Betrachtet man als zentrales Problem der Anwendbarkeit der Mathematik in der Betriebs-

---

1) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 195, Anm. 124: "Wegen der möglichen strengen Trennung der Mathematisierung der Disziplin im Sinne einer reinen Symbolisierung von den Fragen der Meßbarkeit ist auch der vielfach auftauchende und auf der Verwechslung der naturwissenschaftlichen mit der "mathematischen Methode" beruhende Vorwurf einer naturwissenschaftlichen, mechanischen Analogie nicht aufrechtzuerhalten, der zur Rechtfertigung der Einengung des Anwendungsbereiches der Mathematik auf den betriebstechnischen Teil in der Betriebswirtschaftslehre herangezogen wird ..."

2) Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 196, Anm. 124

3) vgl. hierzu ebenda

4) vgl. Hösch, F., a.a.O., S. 24; auch: Kade, G., Die Verdächtigung ..., a.a.O., S. 30; ebenso: Kade, G., Die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 64

wirtschaftslehre die Frage, "wie die Wirklichkeit durch Abbildung auf einen logischen (mathematischen) Kalkül auf das konstruktive Aussagegefüge einer hypothetisch-deduktiven Wissenschaftsform reduziert werden kann",<sup>1)</sup> so muß als Voraussetzung einer methodologisch zulässigen Abbildung eine näher zu kennzeichnende Übereinstimmung "des entsprechenden Realitätsausschnittes mit den beiden Bestimmungsstücken des Kalküls",<sup>2)</sup> also mit Zeichenvor- rat und Struktur- oder Folgerungsbegriff gegeben sein.<sup>3)</sup> Im Unterschied zur symboltechnischen erweist sich die strukturelle Übereinstimmung bei näherer Hinsicht als problemvoll.<sup>4)</sup>

312 Isomorphie als methodologische Voraussetzung der Zulässigkeit der Mathematikverwendung

3121 Mathematische Struktur und Modellisomorphie

Aus den vorangegangenen Untersuchungen folgt, daß eine mathematische Theorie durch ein System von Axiomen definiert ist.<sup>5)</sup> Als Aussagen bzw. Sätze dieser Theorie werden einmal die Axiome selbst, zum andern die mittels eines hypothetisch-deduktiven Folgerungsbegriffes aus den Axiomen abgeleiteten Theoreme angesehen. Alle Sätze

---

1) Kade, G., Die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 67

2) ebenda

3) vgl. ebenda, S. 67 f.

4) vgl. Schmidt, A., Die mathematische Struktur eines Wissensgebietes und ihre Festlegung, in: Studium Generale, Bd. 3 (1950), S. 678 ff., hier S. 684

5) vgl. Schröter, K., Was ist eine mathematische Theorie?, in: Jahresbericht der Deutschen Mathematiker-Vereinigung, Bd. 53 (1943), S. 69 ff.

der mathematischen Theorie gehorchen einer Syntax, die auf den Regeln der Logik basiert. Die Struktur des mathematischen Kalküls oder die mathematische Struktur eines beliebigen Systems ist also relationistisch durch die logische Syntax und den axiomatisch deduktiven Folgerungsbegriff beschrieben.

Betrachtet man nun die ökonomische Realität als eine irgendwie strukturierte Gesamtheit von Beziehungen und kann man davon ausgehen, "daß die logische Form der Relation hinsichtlich ihrer formalen Eigenschaften durch ihre Struktur vollständig charakterisiert ist, so liegt der Gedanke des Entsprechungsverhältnisses zwischen den logischen und den realen Strukturen nahe, und eine theoretische Wissenschaftsform scheint immer dann möglich, wenn eine solche Übereinstimmung nachgewiesen werden kann."<sup>1)</sup>

Auf die hier untersuchte Problemstellung eingeengt bedeutet dies, daß die Verwendung mathematischer Modelle in der Betriebswirtschaftslehre möglich und zulässig ist, wenn "sich im Objektbereich eine bereits von der Mathematik erforschte mathematische Struktur nachweisen läßt".<sup>2)</sup> Zur genaueren Beschreibung des angedeuteten Zusammenhangs wird gewöhnlich der Begriff der "Isomorphie"<sup>3)</sup> herangezogen. Als ursprünglich relationslogischer

- 
- 1) Kade, G., Die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 68; vgl. Carnap, R., Abriß der Logistik ..., a.a.O., S. 54
  - 2) Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 195, Anm. 123; vgl. auch: Albert, H., Probleme der Theoriebildung ..., a.a.O., S. 36; Hösch, F., a.a.O., S. 25; Jünger, F.G., Sprache und Kalkül, in: Sprache und Denken, Frankfurt/Main 1962, S. 33
  - 3) vgl. z.B. Pfanzagl, J., Theory of Measurement, Würzburg-Wien 1968, S. 22 ff. (auch zur Abgrenzung Homomorphie und Isomorphie); Zur Geschichte des Begriffes: vgl. Bocheński, J.M., Formale Logik, a.a.O., S. 447 ff.

Begriff bezeichnet er "eine Identität von zwei formalen Strukturen, d.h. von zwei Relationsnetzen, die in nichts außer ihren rein formalen Eigenschaften ähnlich, darin aber gerade identisch sind".<sup>1)</sup> Folglich hat man unter Isomorphie die Strukturgleichheit zweier oder mehrerer logischer Systeme zu verstehen,<sup>2)</sup> d.h. isomorphe Systeme haben "dieselbe logische Struktur und sind rein logisch, abstrakt nicht voneinander zu unterscheiden".<sup>3)</sup>

Die Anwendbarkeit der Mathematik hängt somit vom Nachweis ab, daß der formalisierte Sachverhalt, d.h. die Struktur des betriebswirtschaftlichen Sachverhaltes, mit einer mathematischen Struktur isomorph ist.<sup>4)</sup> Die Hauptbedeutung dieses Isomorphismenachweises liegt nach Hösch darin, "die Übereinstimmung des mathematischen Folgerungsbegriffes mit der Struktur des Erkenntnisobjektes nachzuweisen",<sup>5)</sup> da "Folgerungen aus Aussageformen zu ziehen, die Quelle der universellen Anwendbarkeit der Mathematik"<sup>6)</sup> sei.<sup>7)</sup>

---

1) Bocheński, J.M., Formale Logik, a.a.O., S. 447

2) vgl. Kade, G., Die logischen Grundlagen, ..., a.a.O., S. 68; vgl. auch Lense, J., Vom Wesen ..., a.a.O., S. 11 f.: Isomorphie bezeichnet folgenden Sachverhalt: Ein System besitze die Elemente A,B,C, ... und die Relationen R,S,T, ..., die zwischen den Elementen bestehen sollen. Ein zweites System umfasse die Elemente A',B',C', ... mit den Relationen R',S',T', .... Die Elemente und Relationen beider Systeme sollen einander umkehrbar eindeutig zugeordnet sein. Wenn zwischen A,B, ... die Relationen R,S, ..., so sollen zwischen A',B', ... die Relationen R',S', ..., vorliegen. Besitzen beide Systeme diese Eigenschaft, so werden sie als isomorph bezeichnet.

3) Lense, J., a.a.O., S. 12

4) vgl. Kade, G., Die Verdächtigung ..., a.a.O., S. 30

5) Hösch, F., a.a.O., S. 26

6) Hermes, H., Einführung in die mathematische Logik, Stuttgart 1963, S. 27

7) vgl. Hösch, F., a.a.O., S. 26

### 3122 Der allgemeine Isomorphienachweis

Der Ablauf des ökonomischen Geschehens in der Unternehmung kann durch Beziehungen zwischen ökonomischen Größen und ihre Dynamik dargestellt werden. Diese funktionalen Zusammenhänge zwischen den ökonomischen Variablen bilden aber nicht den zentralen Gegenstand betriebswirtschaftlicher Untersuchungen, dieser ist als "das eigentlich Wirtschaftliche ... nicht erkennbar. Es ist der Ausführung einer getroffenen Disposition vorgeschaltet ... Was wir wirtschaftliches Geschehen oder Ablauf des Wirtschaftsprozesses nennen, ist nur die Manifestation wirtschaftlichen Handelns."<sup>1)</sup>

Es ist daher falsch, etwa im Rahmen eines mit letzter Konsequenz vertretenen Empirismus, die Relationen zwischen den ökonomischen Größen von den Entscheidungen der Wirtschaftssubjekte zu trennen, und diese in der "chemisch-physikalischen Seinsschicht"<sup>2)</sup> liegenden, mechanisch relationistischen Vorgänge zum ausschließlichen Erkenntnisgegenstand der Betriebswirtschaftslehre zu erheben.<sup>3)</sup> Die Dynamik der Beziehungen zwischen den ökonomischen Quantitäten entsteht nämlich über das menschliche Entscheidungsverhalten.<sup>4)</sup>

Eine mathematische Formulierung betriebswirtschaftlicher Sachverhalte erscheint aus diesen Gründen erst dann zulässig, wenn die Abhängigkeiten zwischen den ökonomischen Größen und den sie bestimmenden Entscheidungen und Hand-

---

1) Schneider, E., Einführung in die Wirtschaftstheorie, Bd. 1: Theorie des Wirtschaftskreislaufs, Tübingen 1964, S. 14

2) Kade, G., Die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 136; vgl. Mackenroth, G., Sinn und Ausdruck in der sozialen Formenwelt, Meisenheim a.G. 1952, S. 9

3) vgl. Kade, G., ebenda, S. 134 ff.

4) vgl. ebenda, S. 140

lungen der Wirtschaftssubjekte zumindest impliziert erfaßt werden.<sup>1)</sup> Zum Zwecke des Isomorphismenachweises muß daher am Anfang einer Theorie ein Begriff stehen, "der zugleich den Tatbestand des wirtschaftlichen Verhaltens erfaßt und bei hinreichender Formalisierung seinen relationistischen Charakter offenbart, welcher seine Abbildung auf einen mathematischen Kalkül gesichert erscheinen läßt".<sup>2)</sup>

In diesem Zusammenhang erweist sich der Begriff "Handlung" als brauchbar. In Anlehnung an Kempski läßt er sich so fassen, "daß wir als 'Handlung' einfach den Übergang der Ausgangssituation in die Endsituation bezeichnen".<sup>3)</sup>

"Die Ausgangskonstellation zeigt uns eine Anzahl ökonomischer Größen, die in Beziehung zu einander stehen und aufgrund von Annahmen über die Verhaltensmaxime der wirtschaftenden Menschen in eine neue Situation überführt werden. Die disponierenden Wirtschaftssubjekte bestimmen nicht nur die Struktur der Ausgangssituation, sondern ebenso die Endsituation; die Verknüpfung beider geschieht durch den 'Korrelator' der Maxime wirtschaftender Personen." 4)

Die Ausgangssituation ist dadurch charakterisiert, daß sich der Mensch zu seiner Umwelt in Beziehung setzt. Diese Stellungnahme läßt sich in Form von Werturteilen

---

1) vgl. Kade, G., Die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 148

2) ebenda, S. 151

3) Kempski, J.v., Handlung, Maxime, Situation. Zur logischen Analyse der mathematischen Wirtschaftstheorie, in: Theorie und Realität, a.a.O., S. 236

4) Kade, G., Die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 153; vgl. auch Kempski, J.v., Handlung, ..., a.a.O., S. 237 f.

sprachlich abbilden;<sup>1)</sup> diese Urteile sind wiederum bei Ersatz der Konstanten durch Variable als Satzfunktionen "mathematisch" darstellbar.<sup>2)</sup> Die Ausgangssituation als Ansatzpunkt ökonomischer mathematischer Modelle stellt sich somit strukturell als "eine konjunktive Verknüpfung von Relationen der Personen oder Gegenstände, die sich in einer Situation befinden"<sup>3)</sup> dar.

Die Endsituation, als reales Ergebnis der "Transformation" der Ausgangssituation, ist ebenso durch eine bestimmte Verknüpfung von Relationen gekennzeichnet. Ihre Verwirklichung erfolgt aufgrund einer Verhaltensmaxime, für die man gewöhnlich "zweckrationales Handeln"<sup>4)</sup> unterstellt. "Beschreibt man nämlich eine Situation strukturell, ..., so läßt sich die Maxime oder die Gesamtheit der effektiv wirksam werdenden Maximen auffassen als die Transformation (-sfunktion, Anm.d.Verf.), die diese Situation auf die Endsituation abbildet. ... Die Handlung stellt sich so strukturell als eine Abbildung der Ausgangssituation auf die Endsituation dar,"<sup>5)</sup> d.h. die Endsituation ist als mathematische Funktion der Ausgangssituation darstellbar.

- 1) vgl. Kade, G., Die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 154; Alles, was an den sprachlichen Dispositionen der Wirtschaftssubjekte sprachlich faßbar ist, hat ein logisches Äquivalent. Durch Verallgemeinerung des Funktionsbegriffes gehen diese Urteile in eine Satzfunktion über.
- 2) vgl. Frege, G., Grundgesetze der Arithmetik, begriffsschriftlich abgeleitet, 2 Bde., Jena 1893/1903, S. 5 ff.
- 3) Kempfski, J.v., Der Aufbau der Erfahrung und das Handeln, Arch.d.Phil., Bd. 6 (1956/1957), S. 177 ff., hier S. 182
- 4) nicht zu verwechseln mit Rationalität des Handelns; vgl. Kade, G., Die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 157: "... daß bei gegebenen psychischen (rationalen oder emotionalen) Handlungsanlässen eine Verhaltensweise angenommen wird, die die Ausgangsgrößen des Modells andere Werte annehmen läßt ..."
- 5) Kempfski, J.v., Der Aufbau der Erfahrung ..., a.a.O., S. 182

"Damit läßt sich aber die ökonomische Wirklichkeit in Abhängigkeit von Handlungen und Maximen der Wirtschaftssubjekte darstellen",<sup>1)</sup> denn der durch Ausgangssituation und Maxime definierte Handlungsablauf "wird damit mathematisch erfaßbar".<sup>2)</sup>

Wenn eine mathematisch formulierte betriebswirtschaftliche Theorie funktionale Beziehungen zwischen ökonomischen Variablen aufzeigt, so kann und muß diesen Relationen immer Mittelbarkeit unterstellt werden, weil sie als sichtbare Folge und Manifestation der Entscheidungen und der dadurch verursachten Handlungsabläufe auf bestimmte Ausgangs- (Entscheidungs-) Situationen und Maximen zurückzuführen sind.<sup>3)</sup> Der Handlungsbegriff aber kann im Objektbereich der Betriebswirtschaftslehre als zulässiges Korrelat für den Funktionsbegriff, auf dem der Folgerungsbegriff der Mathematik aufbaut, gelten.

Der Nachweis, daß der Handlungsbegriff und der mathematische Funktionsbegriff sich strukturell entsprechen, erlaubt die Feststellung, daß die Verwendung der Mathematik in der Betriebswirtschaftslehre auch unter dem Postulat der Isomorphie generell als zulässig bezeichnet werden kann. Bei der konkreten praktischen Verwendung der Mathematik im betriebswirtschaftlichen Objektbereich entstehen jedoch gerade unter dem Aspekt des Isomorphiepostulates schwerwiegende Probleme, da der Begriff mathematische Struktur bei verschiedenen ökonomischen Problemen im Sinne problemadäquater Verfahrensstrukturen spezifiziert wird. Die Untersuchung diesbezüglicher mathematisch-technischer Fragen sei jedoch zunächst aufgeschoben.

---

1) Hösch, F., a.a.O., S. 27

2) Kade, G., Die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 157

3) vgl. ebenda, S. 158

32 Die Anforderungen der analytischen Wissenschaftstheorie an realwissenschaftliche Aussagen als Kriterien der Zulässigkeitsfrage

Wie oben bereits gezeigt, stellt die analytische Wissenschaftstheorie im Rahmen der Analyse des Begründungszusammenhanges<sup>1)</sup> an realwissenschaftliche Aussagen gewisse Anforderungen. Diesen teils formalen, teils inhaltlich bezogenen Bedingungen müssen auch mathematisch-formulierte Aussagen genügen, wenn sie Anspruch auf Zulässigkeit als wissenschaftliche Aussagen erheben.

321 Die Erfüllung der formalen Anforderungen

Aussagesysteme, die nur den formalen,<sup>2)</sup> nicht aber den inhaltlichen Anforderungen der analytischen Wissenschaftstheorie genügen, werden als Idealtheorien bezeichnet.<sup>3)</sup> Ihre Aussagen können nicht als empirisch gehaltvoll oder faktisch wahr bezeichnet werden. Die Theorien der reinen Mathematik repräsentieren solche Idealtheorien; sie besitzen logische Gültigkeit, da sie den formalen Bedingungen genügen, können aber aufgrund des fehlenden semantischen Bezuges die Realität nicht erklären.<sup>4)</sup> Nichtsdestoweniger wird ihnen für die erfah-

---

1) vgl. zu Entstehungs-/Begründungszusammenhang: Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 77; Nagel, E., The Structure of Science, London 1961, S. 484 f.

2) vgl. S. 55 f. der vorliegenden Arbeit (Axiomatik, deduktiver Folgerungsbegriff, logischer Aufbau ...)

3) vgl. Kosiol, E., Betriebswirtschaftslehre und Unternehmensforschung, a.a.O., S. 745 ff.; Kraft, V., Erkenntnislehre ..., a.a.O., S. 32 f.

4) vgl. Wild, J., Grundlagen und Probleme der betriebswirtschaftlichen Organisationslehre, Berlin 1966, S. 82

rungswissenschaftliche Theoriebildung ein heuristischer Wert "als Möglichkeitsanalysen zur Bildung von Arbeits-hypothesen ..., die im Prozeß der Konstruktion von Realtheorien benötigt werden", <sup>1)</sup> beigemessen. <sup>2)</sup> Diese Funktion der Idealtheorien soll jedoch als Teilaspekt des sog. Entdeckungszusammenhanges <sup>3)</sup> nicht weiter untersucht werden.

Generell kann festgestellt werden, daß auch die mathematisch formulierten Aussagen in den Erfahrungswissenschaften den formalen Anforderungen der analytischen Wissenschaftstheorie genügen. Der Grund hierfür liegt in der formalen Äquivalenz der angewandten Mathematik (als logisch aufgebautes, axiomatisch-deduktives Sprachsystem) mit der nach den genannten formalen Forderungen formulierten erfahrungswissenschaftlichen Theorie.

Da jedoch primär der Begründungszusammenhang den Zuständigkeitsbereich der analytischen Wissenschaftstheorie repräsentiert, spielen über die Erfüllung der formalen Bedingungen hinausgehend insbesondere die inhaltlichen Anforderungen die entscheidendere Rolle. Im Vordergrund der Betrachtung steht eindeutig das Gültigkeitsproblem der Aussagen, d.h. wann ein erfahrungswissenschaftliches Aussagesystem als empirisch genügend gesichert bzw. bestätigt, als erklärungskräftig angesehen werden kann. <sup>4)</sup>

---

1) Reichwald, R., a.a.O., S. 15

2) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 78 f. und S. 99; Reichwald, R., a.a.O., S. 15; Kempfski, J.v., Brechungen, Reinbeck 1964, S. 228

3) zur Problematik vgl. auch: Popper, K.R., Logik der Forschung, a.a.O., S. 35 f.

4) vgl. Albert, H., Theorie und Prognose ..., a.a.O., S. 129

322 Die Erfüllung der inhaltlichen Anforderungen

3221 Die Erklärungskraft mathematischer Aussagesysteme auf der Basis des Popperschen Kriteriums der Falsifizierbarkeit

---

Nach Popper haben die Aussagen einer erfahrungswissenschaftlichen Theorie anhand von Beobachtungen der Realität überprüfbar zu sein.<sup>1)</sup> Insbesondere die zugrundeliegenden nomologischen Hypothesen müssen sich in der Empirie bewährt haben; er fordert daher die intersubjektive Prüfbarkeit ihres empirischen Gehaltes.<sup>2)</sup> Zur Ausgrenzung empirisch nicht signifikanter, nur logisch gültiger Aussagen führt er das Kriterium der Falsifizierbarkeit ein.<sup>3)</sup> Die oben differenzierten, primär inhaltlich bezogenen Forderungen der analytischen Wissenschaftstheorie, die Postulate des empirischen Gehaltes und der faktischen Wahrheit der erfahrungswissenschaftlichen Aussagen werden in dieser Konzeption als voneinander abhängig betrachtet.

Untersucht man unter diesen Aspekten die Sätze eines mathematischen Modelles der ökonomischen Realität, so läßt sich feststellen, daß solche Kalküle dem Postulat empirischer Signifikanz und Wahrheit in mehrfacher Beziehung nicht genügen. Daher wird im Zusammenhang mit mathematisch formulierten Aussagesystemen im realen Objektbereich besonders nachdrücklich auf die Gefahr der

---

1) vgl. Hempel, C.G., Aspects ..., a.a.O., S. 248

2) vgl. Popper, K.R., Die Zielsetzung ..., a.a.O., S. 30 ff.; Zur Relativierung des Popperschen Falsifikationskriteriums, vgl.: Lakatos, I., Falsifikation and the Methodology of Scientific Research Programmes, in: Criticism and the Growth of Knowledge, ed. by I. Lakatos and A. Musgrave, Cambridge 1970, S. 91 ff.

3) vgl. Popper, K.R., Conjectures and Refutations ..., a.a.O., S. 36 f.

Immunisierung verwiesen, der diese Satzsysteme (zumindest unter dem Aspekt des Popper'schen Falsifikationskriteriums) ausgesetzt sind.

Ein erster Ansatzpunkt zur Kritik bezüglich der empirischen Signifikanz mathematischer Aussagesysteme ergibt sich bereits aus der Prämissensetzung. Der interpretierte Kalkül erweist sich als vereinfachtes Strukturmodell einer komplexen ökonomischen Realität.<sup>1)</sup> "Es entstehen Gedankenbilder, die gewissermaßen logisierte Gleichnisse oder Erkenntnisbilder der realen Gegenstände darstellen ...".<sup>2)</sup> Hierin zeigt sich die mit der Kalkülmodellbildung auftretende Tendenz, die Isomorphie zwischen Kalkülstruktur und Realstruktur über eine unbewußt oder bewußt unreflektierte isolierende Abstraktion dadurch herzustellen, daß der Erkenntnisgegenstand an den Kalkül angepaßt wird.<sup>3)</sup> Mit dem so entstehenden idealtypischen Kalkülmodell gibt man vor, etwas über die Realität auszusagen, man spricht aber "de facto nur über die Logik des Sprachsystems".<sup>4)</sup> Aufgrund des fehlenden empirischen Gehaltes sind solche Sätze bzw. Satzsysteme gegen eine Falsifizierung anhand realer Beobachtung immun.<sup>5)</sup>

---

1) vgl. analog Kosiol, E., Modellanalyse ..., a.a.O., S. 318 f.

2) ebenda, S. 319

3) vgl. z.B. Kade, G., Die Grundannahmen der Preistheorie - Eine Kritik an den Ausgangssätzen der mikro-ökonomischen Modellbildung, Berlin-Frankfurt/Main 1962, S. 35

4) Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 89; Dieser Vorwurf ist allerdings nicht generell haltbar. Richtig angewendete Abstraktion zeigt sich am Scheitern bzw. Überleben einer Theorie bei strengen Widerlegungsversuchen. (vgl. ebenda, S. 90)

5) vgl. zu Immunisierung bzw. Modellplatonismus: Albert, H., Modellplatonismus, in: Sozialwissenschaft und Gesellschaftsgestaltung, Hrsg. Albert, H., Karrenberg, F., Berlin 1963, S. 45 ff., hier S. 406; Popper, K.R., Logik der Forschung, a.a.O., S. 52

Der Vorwurf der relativen Immunität erwächst mathematisch formulierten Aussagesystemen auch daraus, daß ihre empirische Relevanz oft "durch eine unspezifizierte ceteris-paribus-Verklausulierung"<sup>1)</sup> eingeschränkt wird. In diesem in die Wenn-Komponente der nomologischen Hypothesen integrierten Bestandteil werden empirische Bedingungen erfaßt, die den Datenrahmen des zu erklärenden Sachverhaltes bilden. Werden diese Randbedingungen nicht genau spezifiziert, so wird der Erklärungswert der gesamten Aussage herabgesetzt bzw. vernichtet.<sup>2)</sup> Die empirischen Bedingungen, unter denen die mathematische Aussage entstanden bzw. gültig ist, sind dann nicht feststellbar. Sie sind zumindest so variabel, daß, wenn die gewonnene Aussage auf die Realität angewendet wird, unter Berufung auf die nicht vorliegenden prätendierten ceteris-paribus-Bedingungen einer Falsifikation durch die Realität ausgewichen werden kann.<sup>3)</sup> Insofern besteht auch hier die Gefahr der Immunisierung eines mathematischen Aussagesystems.

Das Hauptargument, aufgrund dessen man mathematischen Aussagesystemen empirischen Gehalt abspricht, liegt jedoch in den gekennzeichneten strukturellen Merkmalen der reinen Mathematik. Aufgrund ihres tautologischen Charakters<sup>4)</sup> sind ihre Sätze a-priori logisch determiniert und können daher de facto nichts Neues über die erfahrbare Wirklichkeit aussagen. Demzufolge kann auch das Kriterium der Falsifizierbarkeit, d.h. der Maßstab "faktisch wahr" oder "faktisch falsch", der an verbale

---

1) Weinberg, P., Betriebswirtschaftliche Logik, a.a.O., S. 23

2) vgl. Albert, H., Probleme der Theoriebildung, a.a.O., S. 31

3) vgl. hierzu Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 92 f.

4) vgl. Albert, H., Probleme der Theoriebildung, a.a.O., S. 30

nomologische Hypothesensysteme angelegt wird, für die Sätze des interpretierten mathematischen Kalküls nicht Anwendung finden: Die mathematischen Sätze können durch Hinweise auf die Realität nicht entkräftet werden.<sup>1)</sup>

Behauptet man daher, mittels mathematischer Logik eine "reine" exakte Theorie der Erfahrungswissenschaft in dem Sinne entwickeln zu können, daß man mit Hilfe der Mathematik zu Aussagen gelangt, die zugleich logisch wahr und zur Erklärung<sup>2)</sup> realer, z.B. betriebswirtschaftlicher Sachverhalte geeignet seien, so ist diese Behauptung falsch.<sup>3)</sup> Hier wird eine unzulässige Gleichsetzung "... von empirischen Konditionalsätzen mit tautologischen ("logisch wahren") Wenn-Dann-Aussagen ..., - die ja beide ihrer syntaktischen Gestalt nach äquivalent sein können - ...",<sup>4)</sup> vorgenommen. Die empirischen nomologischen Hypothesen behaupten invariante Relationen der Realität, die erst durch die Prüfung an der Erfahrung bestätigt werden können; die logisch wahren Hypothesen gelten dagegen immer und überall, sie sind als logisch determinierte Sätze nicht anhand der Erfahrung widerlegbar, da ihre Dann-Komponenten die logischen Implikate der Wenn-Komponenten darstellen.<sup>5)</sup>

Es ist daher festzustellen, daß interpretierte Kalküle der reinen Mathematik insbesondere wegen des tautologischen Charakters ihrer Hypothesen den strengen Anforderungen Poppers hinsichtlich des empirischen Gehaltes und damit dem Kriterium der Falsifizierbarkeit nicht

---

1) vgl. Köhler, R., Theoretische Systeme der Betriebswirtschaftslehre im Lichte der neuen Wissenschaftslogik, Stuttgart 1966, S. 53

2) im Sinne der Gewinnung "neuer", additiver Erkenntnisse über betriebswirtschaftliche Sachverhalte

3) vgl. Wittgenstein, L., Tractatus ..., a.a.O., S. 314

4) Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 84

5) vgl. ebenda, S. 84 f.

gerecht werden. Zur Erfüllung der Aufgabe, betriebswirtschaftlich reale Sachverhalte zu erklären,<sup>1)</sup> sind sie daher im Sinne dieser Konzeption der analytischen Wissenschaftstheorie nicht zulässig.<sup>2)</sup>

Aus diesen Gründen können mathematisch gefaßte Teilbereiche der Betriebswirtschaftslehre, wie z.B. Teile der Produktions- und Kostentheorie, der Investitionstheorie und der Absatztheorie, lediglich zur Klärung bzw. Erklärung der syntaktischen Dimension der Zusammenhänge auf deskriptiver Ebene dienen, nicht jedoch eine Erklärung von Fakten im Objektbereich bewirken.<sup>3)</sup> Gegen diese Verwendung der Mathematik als Sprachinstrument für deskriptiv-klärende bzw. heuristische Zwecke ist im Sinne der Popperschen Konzeption nichts einzuwenden.

3222 Der Erklärungsgehalt mathematischer Aussagesysteme  
im Lichte des Carnapschen Kriteriums der Prognose-  
relevanz

Als eher liberale Alternative zum strengen Falsifizierbarkeitskriterium Poppers erscheint die Carnapsche Konzeption des empiristischen Sinnkriteriums mit ihrer speziellen Ausprägung im Kriterium der Prognoserelevanz.<sup>4)</sup>

---

1) d.h. "neue" Erkenntnisse zu gewinnen

2) vgl. im Gegensatz: Lakatos, I., Falsification and ... a.a.O., S. 91 ff.

3) vgl. Reichwald, R., a.a.O., S. 143

4) vgl. zu diesem Problemkreis insbes.: Carnap, R., Symbolische Logik, a.a.O.; ders., Der logische Aufbau der Welt, Scheinprobleme der Philosophie, 2. Aufl., Hamburg 1961; ders. und Stegmüller, W., Induktive Logik und Wahrscheinlichkeit, a.a.O.; Stegmüller, W., Hauptströmungen ..., a.a.O., S. 380 ff. und S. 63 ff. der vorliegenden Arbeit.

Die dieser Konzeption zugrundeliegende sprach-analytische Differenzierung in die empirische Beobachtungssprache ( $L_0$ ) und die theoretische Sprache ( $L_T$ )<sup>1)</sup> läßt das Problem des empirischen Gehaltes und des Wahrheitsanspruches mathematischer Sätze in einem anderen Licht erscheinen.

Beide Sprachbereiche werden deutlich voneinander abgegrenzt. Die Begriffe der empirischen Beobachtungssprache müssen empirisch gehaltvoll sein, was dadurch gewährleistet wird, daß sie auf empirisch beobachtbare Sachverhalte zurückführbar sein müssen. Demgegenüber besitzen die Begriffe der theoretischen Sprache, in der sich die eigentliche Theoriebildung vollzieht, nicht notwendigerweise den geforderten Realitätsbezug.<sup>2)</sup> Einer instrumentalten Verwendung der reinen Mathematik als Theoriesprache steht somit nichts im Wege. Beobachtungs- und Theoriesprache werden, um eine erfahrungswissenschaftliche Theorie konstruieren zu können, mittels der Korrespondenzregeln in Beziehung gesetzt.<sup>3)</sup>

Durch die sprachliche Differenzierung wird auch das Problem der empirischen Signifikanz der Aussagen zweigeteilt. Für den Bereich der empirischen Beobachtungssprache wird empirischer Gehalt der Aussagen durch das Postulat der Zurückführbarkeit auf beobachtbare Sachverhalte gewährleistet. Für den Bereich der Theoriesprache stellt sich das Problem der empirischen Signifikanz in unterschiedlicher Weise.

---

1) vgl. Stegmüller, W., Hauptströmungen ..., a.a.O., S. 461 ff.

2) vgl. Kroeber-Riel, W., Wissenschaftstheoretische Sprachkritik ..., a.a.O., S. 160 f.

3) vgl. Dlugos, G., a.a.O., S. 36

Ex definitione ist  $L_T$  nicht notwendigerweise dazu geeignet, die Formulierung empirisch signifikanter Aussagen zu gestatten. Erst die Interpretation mittels der Korrespondenzregeln erlaubt die Aufstellung empirisch gehaltvoller Sätze. Carnap fordert diese Interpretierbarkeit jedoch nicht von allen theoretischen Begriffen oder Sätzen, im Rahmen seines erweiterten empiristischen Sinnkriteriums postuliert er "eine bloß partielle Interpretation der theoretischen Sprache und der in ihr formulierten Theorie".<sup>1)</sup> Von theoriesprachlichen Ausdrücken, die weder "durch Definition noch durch Korrespondenzregeln ganz oder teilweise auf Beobachtbares zurückführbar ..." <sup>2)</sup> sind, verlangt er im Gegensatz zum empirischen Gehalt "nur" empirische (prognostische) Relevanz. Dieses Kriterium gesteht einem theoretischen Begriff, der z.B. mathematisch formuliert ist und keinen Realitätsbezug besitzt, dann empirische Relevanz, d.h. Zulässigkeit zu, wenn mit seiner Hilfe Aussagen über beobachtbare künftige Ereignisse abzuleiten sind.<sup>3)</sup>

Dadurch wird auch das Problem der Beurteilung der faktischen Wahrheit der Aussagen beeinflusst. Nicht die theoriesprachlichen Ausdrücke und Aussagen sind auf ihre Wahrheit hin zu prüfen, sondern ausschließlich die in der empirischen Beobachtungssprache formulierten, die schon ex definitione der Bedingung genügen müssen, an der Realität überprüfbar zu sein.

Im Gegensatz zu Poppers Ansatz beinhaltet die Konzeption Carnaps somit keine derart strenge Beschränkung der Anwendung der Mathematik als sprachliches Instrument der Theoriebildung. Zwar wird ihren Sätzen auch bei

---

1) Reichwald, R., a.a.O., S. 148 f.

2) Stegmüller, W., Hauptströmungen ..., a.a.O., S. 465

3) vgl. ebenda

Carnap keine direkte Erklärungskraft<sup>1)</sup> im Sinne einer erfahrungswissenschaftlichen Theorie zugestanden, aber durch die integrierte und zugleich sorgfältig eingegrenzte Stellung im sprachlichen Instrumentarium kann die Mathematik innerhalb der vorgegebenen Grenzen der Prognoserelevanz als Theoriesprache dienen. Insofern trägt das erweiterte empiristische Sinnkriterium Carnaps den Vorteilen einer sprachlichen Verwendung<sup>2)</sup> der Mathematik im Hinblick auf Prognosen eher Rechnung als das enge Popper-Kriterium, weswegen es wohl neueren Untersuchungen mathematisch formulierter betriebswirtschaftlicher Probleme zugrundegelegt wird.<sup>3)</sup>

Der sprachlich differenzierende Ansatz Carnaps mag zwar wegen der liberalen Fassung des empiristischen Sinnkriteriums und der daraus resultierenden mangelnden Trennschärfe zwischen erfahrungswissenschaftlich zulässigen und nicht-zulässigen Aussagen für eine exakte Theoriebildung nicht sehr erfolgversprechend sein<sup>4)</sup>, nichtsdestoweniger muß ihm für die Betriebswirtschaftslehre im Zusammenhang mit der Mathematik bzw. instrumentalen mathematischen Modellkonstruktionen eine zweifache Bedeutung zuerkannt werden:

Zum einen wird die Betriebswirtschaftslehre in der Lage versetzt, die Mathematik in der Funktion der theoretischen Sprache in das sprachliche Instrumentarium ihrer Theoriebildung aufzunehmen. Auf diese Weise trägt ihre Verwendung zur "Klärung" (nicht zur Erklärung) der

---

1) vgl. auch: Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 197, Anm. 131

2) vgl. S. 33 ff. der vorliegenden Arbeit

3) vgl. z.B. Reichwald, R., a.a.O., S. 146 ff.; Steinmann, H., Matthes, W., Wissenschaftstheoretische Überlegungen ..., a.a.O., S. 119 ff.

4) vgl. Stegmüller, W., Probleme und Resultate ..., Bd. II, a.a.O., S. 361 ff.

relationistischen strukturellen Verknüpfungen der betrieblichen Realität bei.<sup>1)</sup>

Zum anderen besitzt die Betriebswirtschaftslehre über die Integration der Mathematik als Theoriesprache ein heuristisches Instrument.<sup>2)</sup> (Auf die Bedeutung der Konstruktion von Idealtheorien für den Entdeckungszusammenhang wurde bereits oben hingewiesen.)<sup>3)</sup>

Allerdings muß auch hier auf die *conditio sine qua non*, auf das Vorliegen der Isomorphie verwiesen werden. Dieses teils wissenschaftslogische, teils ontologisch-sprachlogische Problem<sup>4)</sup> stellt sich in der Carnap'schen Konzeption der Trennung von Theorie- und Beobachtungssprache in leicht modifizierter Weise.

Soll ein bestimmtes reales System von Relationen als Kalkül dargestellt werden, so muß Isomorphie zwischen Kalkül- und Realstruktur bestehen. Da der Kalkül als theoriesprachliches Konstrukt nicht direkt mit der Wirklichkeit zu konfrontieren ist, muß zum Nachweis einer in diesem speziellen Fall vermuteten Strukturgleichheit die verbale Wissenschaftssprache in Form von Korrespondenzregeln eine instrumentale Vermittlerfunktion übernehmen. Sie ermöglicht die Darstellung empirischer Relationen.<sup>5)</sup> "Die Frage nach dem Bestehen oder Nichtbestehen einer Isomorphie ist damit mit der Frage nach der empirischen Gültigkeit der zur Interpretation des Kalküls

---

1) vgl. Literatur über: Produktions- und Kostentheorie, Investitionstheorie usw.

2) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 99

3) vgl. S. 79 f. der vorliegenden Arbeit

4) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 96 f.

5) vgl. ebenda, S. 79 f.; ebenda, S. 80: "Die fraglichen Kalküle müssen sich im Sinne eines Systems geprüfter und bewährter bzw. prüfbarer nomologischer Hypothesen deuten lassen."

herangezogenen Theorien verknüpft und die erstere nur durch die Beantwortung der letzteren lösbar."<sup>1)</sup>

Durch diese Betonung des semantischen Aspektes des primär formalen Isomorphiepostulates kommt zum Ausdruck, daß der Isomorphienachweis im Einzelfall "denselben fundamentalen Postulaten genügen muß, die von der Wissenschaftslogik an die erfahrungswissenschaftliche Theorienbildung gestellt werden, um als zutreffend anerkannt zu werden".<sup>2)</sup> Ohne Beachtung dieses Erfordernisses, nur wissenschaftstheoretisch zulässige Aussagen zur Interpretation heranzuziehen, können Kalküle semantisch so interpretiert werden, daß die dabei entstehenden Systeme einen Realitätsbezug aufweisen und (aufgrund der Kalkülstruktur logisch-) wahr sind, allerdings "ohne daß diese Modelle aber 'echte' (i.e. nomologische) Informationen über die Erfahrungswirklichkeit liefern und irgendeine Erklärungskraft besitzen, die ja vom empirischen Gehalt abhängig ist".<sup>3)</sup> Demnach existiert auch kein Wahrheitsanspruch solchermaßen entstandener semantisch interpretierter Systeme.

### 33 Zusammenfassung und Ergebnis der wissenschaftstheoretischen Untersuchung

Die bisherige Untersuchung läßt erkennen, daß in wissenschaftstheoretischer Sicht keine grundlegenden Einwendungen gegen eine instrumentale Verwendung der Mathematik in der Betriebswirtschaftslehre bestehen.

---

1) Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 80

2) ebenda

3) ebenda, S. 81

Allerdings wird nach dem strengen Popper-Kriterium die allgemeine Zulässigkeit der instrumentalen Verwendung der Mathematik für den theoretischen Bereich der Betriebswirtschaftslehre eingeschränkt. Einer betriebswirtschaftlich interpretierten mathematischen Theorie wird die Zulässigkeit als wissenschaftliche Erklärung der ökonomischen Realität abgesprochen. Begründet wird dieses Verdikt mit dem analytischen Charakter mathematischer Sätze, der ihre intersubjektive Überprüfbarkeit anhand der Realität verhindert.

Die liberale Konzeption des Carnapschen Kriteriums der Bestätigungsfähigkeit bzw. der Prognoserelevanz sieht infolge sprachanalytischer Differenzierung, die die Mathematik als ausschließlich theoretisches Sprachinstrument einordnet, eine solche direkte Einschränkung der Zulässigkeit mathematischer Methoden für die betriebswirtschaftliche Theoriebildung nicht vor. Die Mathematik ist im Rahmen des Kriteriums der prognostischen Relevanz als separates sprachliches Instrument der Theoriebildung durchaus zulässig. Die Zulässigkeit der theoriesprachlichen Strukturmodelle stößt jedoch insofern an eine Grenze, als die tautologischen mathematischen Sätze eine echte Erkenntnisleistung<sup>1)</sup> nicht zu erbringen vermögen. Bilden solche Argumente gewissermaßen eine Plafondierung des wissenschaftstheoretisch zulässigen Anwendungsspektrums der Mathematik im theoretischen Bereich der Betriebswirtschaftslehre, so muß doch festgestellt werden, daß die Verwendung mathematischer Verfahren auch in der Sicht der Wissenschaftstheorie immer Isomorphie zwischen Realstruktur und mathematischer Modellstruktur voraussetzt. Wie die vorangegangene Untersuchung zeigte, werden verschiedene methodologische Einwendungen gegen die Anwendung der Mathema-

---

1) im Sinne der Gewinnung neuer Erkenntnisse

tik als methodisches Instrument der Betriebswirtschaftslehre gemacht. Diese Gegenargumente erwiesen sich mit Ausnahme der aufgrund des analytischen Charakters mathematischer Sätze gemachten als nicht haltbar. Einzig das Isomorphiepostulat als unabdingbare Voraussetzung bildet ein zentrales Kriterium für die wissenschaftstheoretische Zulässigkeit mathematischer Verfahren im theoretischen Bereich der Betriebswirtschaftslehre.

In wissenschaftstheoretischer Sicht stellt sich das Problem der Strukturgleichheit als das Problem der adäquaten Übersetzung der Theorie in die mathematische Sprache,<sup>1)</sup> der "Gewährleistung der Isomorphie von Realstruktur und Kalkülstruktur ..." <sup>2)</sup> dar. In technischer Sicht offenbart das Isomorphiepostulat dagegen einen ontologisch-sprachtechnischen Problemaspekt, der das Problem der Zulässigkeit des Instrumentes Mathematik daran mißt, ob sich die Technizität der angewandten Mathematik mit den strukturellen Gegebenheiten der Betriebswirtschaftslehre, insbesondere der angewandten in Einklang bringen läßt, d.h. ob das Instrument "Kalkül" dem ökonomischen Problem angepaßt werden kann.<sup>3)</sup>

---

1) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 96

2) ebenda

3) vgl. ebenda, S. 97

## Zweites Kapitel

### Die Zulässigkeit der Verwendung der Mathematik in der Betriebswirtschaftslehre als sprachlogisch-technisches Problem

Die bisherige Untersuchung zeigt, daß der Mathematik in der Betriebswirtschaftslehre in der Verwendung als theoretischer Sprache konstruktive und heuristische Bedeutung zukommt. Gegen eine Anwendung mathematischer Verfahren in diesem Sinne ist methodologisch nichts einzuwenden, solange sie den Bedingungen des Isomorphiepostulates genügt.

Im letzten Abschnitt des vorangegangenen Kapitels zeigt sich die Doppelschichtigkeit des Isomorphieproblems. Analog dazu umfaßt auch die Zulässigkeitsfrage neben dem untersuchten methodologischen einen sprachlogisch-technischen Aspekt,<sup>1)</sup> der in den Problemen sichtbar wird, die aus der praktischen Anwendung der Mathematik zur Bearbeitung betriebswirtschaftlicher Aufgabenstellungen<sup>2)</sup> erwachsen. Eine Untersuchung des Zulässigkeits-

- 
- 1) Fischer-Winkelmann unterscheidet eine wissenschaftstheoretische und eine sprachliche Problemdimension. Da der vorliegenden Arbeit ein erweiterter Mathematikbegriff zugrundeliegt, der die Mathematik nicht rein als Symbolsprache (vgl. ebenda, S. 96), sondern auch als Teilgebiet der Logik kennzeichnet, wird der Begriff der "sprachlichen" Problemdimension durch den allgemeineren der "technischen" Problemdimension ersetzt. Die Untersuchung, die diese technische Dimension analysiert, wird in diesem Zusammenhang als technologische Analyse bezeichnet.
  - 2) Die Begriffe "betriebswirtschaftliche Aufgabenstellung" und "betriebswirtschaftliche Probleme" sollen hier in allgemeinem Sinne verstanden werden. Sie bezeichnen generell alle betriebswirtschaftlichen Tatbestände oder Sachverhalte, die einer mathematischen Abbildung bzw. Bearbeitung zugänglich gemacht werden sollen.

problems in technologischer Sicht muß deshalb vornehmlich die Konfrontation betriebswirtschaftlicher Probleme mit adäquaten mathematischen Bearbeitungs- bzw. Lösungstechniken in den Mittelpunkt stellen.

Diese Gegenüberstellung kann entsprechend der Wahl des zugrundegelegten Blickwinkels einmal problemorientiert untersucht werden, wobei die real existierenden betriebswirtschaftlichen Phänomene und Probleme den Ausgangspunkt der Überlegungen bilden. Zum anderen kann der Untersuchung die mathematische Verfahrenstechnik mit den aus dem Prozeß ihrer Anwendung erwachsenden Problemen als strukturierender Aspekt zugrundegelegt werden. Zunächst soll die problemorientierte Untersuchung erfolgen. Im Mittelpunkt der Analyse steht daher die Frage, ob betriebswirtschaftliche Probleme generell in adäquater Weise mathematisch bearbeitet werden können oder ob bestimmte Probleme einer mathematischen Bearbeitung unzugänglich sind.

# 1 Die Zulässigkeit der Mathematik als Instrument der Betriebswirtschaftslehre in problemorientierter Sicht

## 11 Zur Problemsituation

Betrachtet man die Erfüllung des Isomorphiepostulates als technologisches Problem und geht dabei vom derzeitigen Entwicklungsstand sowohl der Betriebswirtschaftslehre als auch der Mathematik aus, so liegt die Vermutung nahe, daß bestimmte betriebswirtschaftliche Probleme mit den derzeit bekannten mathematischen Mitteln nicht isomorph abgebildet und damit nicht adäquat bearbeitet werden können. Allerdings ist das Isomorphiepostulat in

seiner oben dargestellten allgemeinen Form nicht dazu geeignet, die Grenzen seiner Erfüllbarkeit im Bereich betriebswirtschaftlicher Einzelprobleme sichtbar zu machen.

Eine Möglichkeit, die durch das Isomorphiepostulat gesteckten technischen Grenzen der Mathematisierbarkeit betriebswirtschaftlicher Probleme zu ermitteln, besteht darin, eine Art betriebswirtschaftliches "Maximalproblem" zu konstruieren und dieses mit den verschiedenen mathematischen Bearbeitungsmethoden zu konfrontieren. Beginnend mit den "einfachen" Methoden wird der Progreß zu komplizierten und "anspruchsvollen" mathematischen Methoden zeigen, ob ein mathematisches Verfahren<sup>1)</sup> zur isomorphen Abbildung und damit zur adäquaten Bearbeitung der Problemstellung herangezogen werden kann. Die nachweisliche Existenz mindestens eines solchen Verfahrens impliziert dann Bearbeitbarkeit oder Lösbarkeit aller "rangniedrigeren" Probleme mit mathematischen Mitteln.

Das so gewonnene Ergebnis verliert jedoch an Aussagekraft, wenn als realitätsnahe Annahme eingeführt wird, daß sich die mit den verschiedenen mathematischen Methoden gewonnenen Resultate, hinsichtlich Zweckrelevanz, Konsistenz, Exaktheit<sup>2)</sup> usw. unterscheiden. Wird für das betrachtete "Maximalproblem" gleichzeitig ein bestimmten Anforderungsniveau bezüglich der Lösungskonsistenz präzisiert, so läßt sich für ein variables Anforderungsniveau die triviale Feststellung treffen, daß mit steigenden Ansprüchen an die "Güte" der Ergebnisse die Zahl der zur Bearbeitung adäquat verwendbaren mathematischen Verfahren abnehmen muß, da nur eine kleine Anzahl mathematischer Methoden "absolut" exakte und gültige Ergebnisse

---

1) oder gegebenenfalls welche mathematische Verfahren ...

2) vgl. hierzu Kirsch, W., Bamberger, J., Gabele, E., Klein, H.K., a.a.O., S. 456 ff.

erbringt.<sup>1)</sup> Durch diese Zusammenhänge wird das Ergebnis der Gegenüberstellung "Maximalproblem" - mathematische Methoden relativiert.

Um zu informativen Aussagen zu gelangen, wird es vorgezogen, möglichst alle relevanten betriebswirtschaftlichen Problemstellungen zu typisieren und die resultierende Systematik mit einer adäquaten Systematik mathematischer Methoden zu konfrontieren. Dadurch werden einerseits die Grenzen der Anwendbarkeit der mathematischen Verfahrenstypen in der Hierarchie betriebswirtschaftlicher Problemklassen sichtbar, andererseits wird durch die gleichzeitige Gegenüberstellung der differenzierten mathematischen Methoden implizit die unterschiedliche Signifikanz der Methoden und ihrer Ergebnisse berücksichtigt.

## 12 Die Problematik der deskriptiven Klassifikation betriebswirtschaftlicher Probleme und mathematischer Methoden

Die totale Enumeration sowohl der betriebswirtschaftlichen Probleme als auch der derzeit bekannten mathematischen Methoden ist mit verschiedenen Schwierigkeiten verbunden. Die extreme Vielfalt betriebswirtschaftlicher Sachverhalte läßt ebenso wie die immense Anzahl gebräuchlicher mathematischer Verfahren jeden Versuch einer umfassenden Einzelaufzählung als nahezu undurchführbar erscheinen. Zudem treten bei rein deskriptiven Aufzählungen Rangfolgeprobleme auf, da in einer verbalen Beschreibung insbesondere der spezifischen betriebswirtschaftlichen

---

1) z.B. Methoden der Analytik

Phänomene zwangsläufig Komponenten bzw. als deren sprachlicher Ausdruck, Begriffe oder Termini enthalten sind, die aufgrund der der Sprache immanenten Schwächen<sup>1)</sup> einen objektiven Vergleich und damit eine Rangwertung verhindern.

Ähnliche Probleme entstehen auf dem mathematischen Sektor dadurch, daß viele Methoden nur verschiedene Konglomerate derselben mathematischen Grundoperationen verkörpern und damit eine exakte Abgrenzung nicht erlauben. Allerdings sind die Probleme, die sich bei einer Systematisierung der mathematischen Methoden ergeben, relativ einfach zu beherrschen.

Um für das Projekt der Gegenüberstellung solche sprachlich bedingten Probleme weitgehend auszuschalten, empfiehlt es sich, bei der Deskription betriebswirtschaftlicher Aufgabenstellungen sowie der mathematischen Methoden jeweils Klassifikationen durchzuführen. Die Probleme bzw. mathematischen Methoden werden so anhand bestimmter Merkmale zu "homogenen" Gruppen zusammengefaßt. Dadurch vergrößern sich zwar die Ergebnisse der Gegenüberstellung, aber die Vielzahl betriebswirtschaftlicher Probleme und mathematischer Methoden reduziert sich auf eine leichter überschaubare Anzahl von Klassen oder Gruppen. Ein weiterer Vorteil der Klassifikation liegt darin, daß den entstehenden Gruppen vermittelt der Wahl geeigneter Klassifikationskriterien eine gewisse Flexibilität gegenüber der fortschreitenden Entwicklung verliehen werden kann.<sup>2)</sup>

Zu diesem Problem, signifikante Kriterien für die Klassifikation betriebswirtschaftlicher Problem-

---

1) vgl. Kroeber-Riel, W., Wissenschaftstheoretische Sprachkritik, a.a.O.

2) vgl. S. 106 f.

stellungen zu finden, kommt hinzu, daß sowohl der betriebswirtschaftliche als auch der mathematische "Bereich" der Gegenüberstellung in einer Terminologie zu formulieren sind, die es erlaubt, interdisziplinäre Relationen zwischen beiden Gebieten herzustellen.

Eine der Möglichkeiten,<sup>1)</sup> die betriebswirtschaftlichen Probleme und die mathematischen Methoden in zweckdienlicher Weise zu klassifizieren, besteht darin, das interdisziplinäre terminologische Instrumentarium der allgemeinen Systemtheorie bzw. Systemanalyse<sup>2)</sup> anzuwenden. Aufgrund verschiedener formaler Analogien zur angewandten Mathematik und durch die Möglichkeit der Verwendung verbaler, logistischer oder mathematischer Sprachsysteme<sup>3)</sup> kommt die angewandte Systemtheorie<sup>4)</sup> als adäquate interdisziplinäre Betrachtungsweise<sup>5)</sup> der spezifischen Eigenart der vorliegenden Thematik besonders entgegen.

- 
- 1) vgl. weiter unten den sozialwissenschaftlich orientierten Ansatz
  - 2) vgl. z.B. Bertalanffy, L.v., General Systems Theory in: General Systems, Bd. I, Ann Arbor 1956, S. 1 ff., hier S. 8 f.; Boulding, K.E., General Systems Theory - The Skeleton of Science, in: General Systems, Bd. I, a.a.O., S. 11 ff., hier S. 12 f.; Mesarović, M.D., Foundations for a General Systems Theory, in: Proceedings of the Second Systems Symposium at Case Institute of Technology, Ed. Mesarović, M.D., New York-London-Sydney 1964, S. 1 ff., hier S. 3 ff.
  - 3) vgl. Kosiol, E., Szyperski, N., Chmielewicz, K., Zum Standort der Systemforschung im Rahmen der Wissenschaften, in: ZfbF 1965, S. 337 ff., hier S. 347
  - 4) vgl. zur Problematik der Einteilung der Systemtheorie in Philosophie, reine und angewandte Systemtheorie bes.: Laszlo, E., A Systems Philosophy of Human Values, in: Behavioral Science, Vol. 18, Nr. 4, 1973, S. 250 ff., hier S. 250 f.
  - 5) vgl. Boulding, K.E., a.a.O., S. 11 ff.; Kirsch, W., Entscheidungsprozesse III - Entscheidungen in Organisationen, Wiesbaden 1971, S. 25: "einheitlicher Bezugsrahmen"

- 13 Die Systemtheorie als gemeinsamer Bezugsrahmen für die Klassifikation betriebswirtschaftlicher Probleme und mathematischer Methoden

131 Die allgemeine Systemtheorie

- Der Systembegriff

"Die Systemtheorie leitet ihr Gedankengebäude von einer interdisziplinären Betrachtungsweise der Realität ab, wobei sie alle konkreten Zusammenhänge als Systeme interpretiert."<sup>1)</sup> Analog zu dieser Konzeption bezeichnet v. Bertalanffy die allgemeine Systemtheorie als eine Universalwissenschaft,<sup>2)</sup> die vermittels eines allgemein akzeptierten Begriffsinstrumentariums in der Lage ist, unterschiedliche Disziplinen bei der deskriptiven Analyse realer Zusammenhänge (d.h. realer Systeme) zusammenarbeiten zu lassen.<sup>3)</sup> Dabei wird vorausgesetzt, daß die verschiedenartigen real-existenten "Systeme" der einzelnen Disziplinen auf derselben Menge isomorpher Systemgesetze basieren.<sup>4)</sup> Zur Erfüllung ihrer Aufgabe<sup>5)</sup> bedient

- 1) Müller, W., Die Simulation ..., a.a.O., S. 23; vgl. ausführlich: Bertalanffy, L.v., Zu einer allgemeinen Systemlehre, in: Biologia Generalis, Bd. XIX, Heft 1, 1949, S. 114 ff.; ders., An Outline of General Systems Theory, in: The British Journal for the Philosophy of Science, Bd. I, 1950, S. 134 ff.; Grochla, E., Systemtheorie und Organisationstheorie, in: ZfB 1970, S. 1 ff.
- 2) vgl. die Leibnizsche mathesis universalis; vgl. Dürr, K., a.a.O., S. 87 ff.
- 3) vgl. Bertalanffy, L.v., General Systems Theory, a.a.O., S. 8 f.
- 4) vgl. ders., Zu einer allgemeinen ..., a.a.O., S. 114 ff.; Wegner, G., Systemanalyse und Sachmittelleinsatz in der Betriebsorganisation, Wiesbaden 1969, S. 68; vgl. auch: Ulrich, H., Die Unternehmung als produktives soziales System, Stuttgart 1968, S. 103
- 5) vgl. z.B. Krauch, H., Wege und Ziele der Systemforschung, Dortmund 1963, S. 27 ff.; Czempner, K.A., Operations Research und Systemforschung, Heidelberg 1963, S. 3 ff.; Boulding, K.E., General Systems Theory, a.a.O., S. 11 ff.

sich die allgemeine Systemtheorie eines bestimmten terminologischen Instrumentariums, welches sich im wesentlichen auf den Systembegriff<sup>1)</sup> stützt.

Danach besteht ein System aus einer Menge von Elementen und einer Menge von Relationen, die zwischen den Elementen bestehen.<sup>2)</sup>

Erstes konstituierendes Merkmal eines Systems ist daher das Vorhandensein von Systemelementen. "Als Elemente können sämtliche formalen und realen Tatsachen auftreten,"<sup>3)</sup> wenn sie nur Teile des Gesamtzusammenhanges sind. Ausschließlich diese Integration ist für den Elementcharakter ausschlaggebend, von Inhalt, Ausprägung, Eigenschaft oder Komplexität der "Tatsache" wird völlig abstrahiert.<sup>4)</sup>

Das zweite konstituierende Merkmal eines Systems sind die Relationen<sup>5)</sup> zwischen den einzelnen Elementen. Diese

- 
- 1) vgl. hierzu ausführlich: z.B. Beer, S., a.a.O., S. 21; Briggs, G.E., Engineering Systems Approach to Organizations, in: New Perspectives in Organization Research, Eds.: Cooper, W.W., Leavitt, H.J., Shelly II, M.W., New York-London-Sydney 1964, S. 487ff.; Litterer, J.A., The Analysis of Organizations, New York-London-Sydney 1965, S. 153; Rühl, G., Arbeitswissenschaftliche Optimierung technischer und organisatorischer Systeme, in: Stöhr, R.W. (Hrsg.), Unternehmensführung auf neuen Wegen, Wiesbaden 1967, S. 90 ff., hier S. 90; Tricker, R.J., Systems Study and the Accountant, in: The Accountant, Vol. 155, 1966, S. 581
  - 2) vgl. z.B. Ashby, W.R., An Introduction to Cybernetics, 5. Impression, London 1963, S. 40; Klaus, G., (Hrsg.), Wörterbuch der Kybernetik, a.a.O., S. 634 ff.; Kappler, E., Der Lernprozeß der Unternehmung, Diss. München 1970, S. 31 f.
  - 3) Müller, W., Die Simulation ..., a.a.O., S. 25
  - 4) vgl. Kosiol, E., Szyperski, N., Chmielewicz, K., a.a.O., S. 339; demzufolge kann ein Element selbst ein System sein (dessen innere Situation zunächst außer Betracht bleibt).
  - 5) vgl. Flechtner, H.J., a.a.O., S. 228

"Konnektivität"<sup>1)</sup> kennzeichnet die Struktur des Systems sowohl in statisch-deskriptiver als auch in funktionaler Hinsicht.<sup>2)</sup> Die "Interdependenz"<sup>3)</sup> der Elemente eines Systems muß als physikalischer Tatbestand beobachtbar oder meßbar sein,<sup>4)</sup> zudem darf kein einzelnes Element isoliert bleiben.<sup>5)</sup> Die Relation selbst kann unterschiedlicher Natur sein.<sup>6)</sup>

In dieser Begriffsabgrenzung zeigt sich die Weite und Flexibilität des Systembegriffes, der dadurch zum geeigneten (zunächst) deskriptiv-terminologischen Ausdrucksmittel einer universellen interdisziplinären Konzeption wird.

### - Systemeigenschaften und Systemtypen

Für die Kennzeichnung der in der Realität vorliegenden Zusammenhänge muß der Begriff "System" inhaltliche Differenzierungen gestatten. Zur Typisierung bzw. Klassifikation realer Systeme<sup>7)</sup> werden daher die Systemeigenschaften als Einteilungskriterien herangezogen.

---

1) Beer, S., a.a.O., S. 24

2) vgl. hierzu: Schweiker, K.F., Grundlage einer Theorie betrieblicher Datenverarbeitung, Wiesbaden 1966, S. 120 f.

3) Luhmann, N., Funktionen und Folgen formaler Organisation, Berlin 1964, S. 23

4) vgl. Mirow, H.M., a.a.O., S. 22; als Austausch von Materie, Energie und/oder Informationen

5) vgl. Lange, O., Ganzheit und Entwicklung in kybernetischer Sicht, 2. Aufl., Berlin 1967, S. 18

6) z.B.: real oder ideal, natürlich oder künstlich, aktiv oder inaktiv usw. (vgl. Fuchs, H., "Systemtheorie", in: Handwörterbuch der Organisation, Grochla, E. (Hrsg.), Stuttgart 1969, Sp. 1620)

7) vgl. hierzu z.B. Dubach, P., Die Kybernetik als theoretische, praktische und interdisziplinäre Wissenschaft, in: Industrielle Organisation 38, 1969, Nr. 7, S. 283

Als Systemeigenschaften bezeichnet man die Wesensmerkmale eines bestimmten Systems, welche entweder durch spezifische Eigenschaften seiner Elemente<sup>1)</sup> oder durch Charakteristika der Interaktionen der Systemelemente, die nicht aus der Summe der Elementseigenschaften zu erklären sind,<sup>2)</sup> determiniert werden.

Berücksichtigt man hierbei die definititorische Weite des allgemeinen Systembegriffs, so wird sofort ersichtlich, daß die Vielfalt der realen Systeme und damit die Vielzahl der Arten von Elementen und Relationen eine vollständige Typisierung aller vorhandenen Systeme nahezu unmöglich erscheinen lassen. Als weiteres Problem tritt die integrative Verflechtung der einzelnen Eigenschaften bei den zu klassifizierenden Systemen hinzu, wodurch die realen Systeme gleichzeitig mehreren Systemkategorien zugeordnet werden können.<sup>3)</sup>

Nichtsdestoweniger sind die Versuche, die sich um die Darstellung einer deskriptiven Systemtypologie bemühen, sehr zahlreich.<sup>4)</sup> Bereits die einfache von Beer vorgeschlagene Klassifikation realer Systeme nach den Merkmalen "Komplexität" und "Determiniertheit" ergibt in Verbindung mit drei bzw. zwei Merkmalsausprägungen sechs verschiedene Systemkategorien.<sup>5)</sup> Dementsprechend eröff-

---

1) vgl. Kappler, E., a.a.O., S. 34 ff.

2) vgl. Müller, W., Die Simulation ..., a.a.O., S. 27

3) vgl. Kappler, E., a.a.O., S. 41

4) vgl. z.B. Beer, S., a.a.O., S. 27 ff.; Boulding, K.E., General Systems Theory, a.a.O., S. 11 ff.; Flechtner, H.J., a.a.O., S. 230 ff.; Kappler, E., a.a.O., S. 34 ff.; Kosiol, E., Szyperski, N., Chmielewicz, K., a.a.O., S. 351; Mirow, H.M., a.a.O., S. 23 ff.; Müller, W., Die Simulation ..., a.a.O., S. 27 f.; Wieser, W., Organismen, Strukturen, Maschinen. Zu einer Lehre vom Organismus, Frankfurt/Main 1959, S. 26

5) vgl. Beer, S., a.a.O., S. 27 ff.

nen Typologien von elf (Kosiol, Szyperski, Chmielewicz)<sup>1)</sup> oder 18 Merkmalen (Dubach)<sup>2)</sup> ein immenses Spektrum möglicher Systemkategorien, da bei den einzelnen Merkmalen bis zu acht verschiedene Ausprägungen unterschieden werden.<sup>3)</sup> Hierin zeigen sich allgemein die deskriptiv-terminologischen Möglichkeiten der allgemeinen Systemtheorie bei der Beschreibung beliebiger realer Zusammenhänge.

### 132 Systemtheorie in der Betriebswirtschaftslehre

#### - Der Systemgedanke in der Betriebswirtschaftslehre

Die Verwendung des Systembegriffes in der Betriebswirtschaftslehre ist nicht neu.<sup>4)</sup> Bereits der Taylorismus betrachtete die Unternehmung als Mensch-Maschine-System, das physikalischen Gesetzen unterworfen werden kann.<sup>5)</sup> Die bekannten Untersuchungen der Western Electric Company (Hawthorne Werke) betonten dagegen mehr die soziale Komponente durch die Kennzeichnung der Unternehmung als integriertes soziales System.<sup>6)</sup> In der neueren Betriebswirtschaftslehre hat sich der Systemgedanke insbesondere in den organisationstheoretischen Ansätzen als adäquates

---

1) vgl. Kosiol, E., Szyperski, N., Chmielewicz, K., a.a.O., S. 35

2) vgl. Dubach, P., a.a.O., S. 283

3) vgl. ebenda: z.B. Struktur: linear, hierarchisch, vermascht, zyklisch, Feld-, Kreisstruktur, kombiniert, Linienstruktur

4) vgl. ausführlich zum Folgenden: Müller, W., Die Simulation ..., a.a.O., S. 28 ff.

5) vgl. Taylor, F.W., Die Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung, München-Berlin 1922

6) vgl. Mayo, E., The Human Problems of an Industrial Civilization, 2. ed., Boston, Mass. 1946

Forschungsinstrument erwiesen.<sup>1)</sup> Allerdings werden die Akzente wahlweise auf z.B. die Analyse und theoretische Fundierung gesamter Entscheidungsprozesse,<sup>2)</sup> oder partiell auf Zielbildung,<sup>3)</sup> Kommunikation<sup>4)</sup> oder Unsicherheit<sup>5)</sup> gesetzt. Die gemeinsame Basis dieser systemtheoretischen Ansätze in der Betriebswirtschaftslehre bildet die je nach Blickrichtung verschiedene Interpretation der Unternehmung als System.

### - Das System Unternehmung

Als erstes Merkmal eines Systems wurde die Existenz von Systemelementen bezeichnet, wobei die Integration in das betrachtete System ausschlaggebend für den Elementcharakter einer "Tatsache" ist. Demzufolge ist eine reale Erscheinung dann Element eines Systems "Unternehmung", wenn sich, allgemein formuliert, die Macht der Unternehmensführung auf sie erstreckt.<sup>6)</sup>

- 
- 1) vgl. Katz, D., Kahn, R.L., The Social Psychology of Organizations, New York-London-Sydney 1966; Miller, E.J., Rice, A.K., Systems of Organization, London-New York-Sydney-Toronto-Wellington 1967
  - 2) vgl. z.B. Hax, H., Die Koordination von Entscheidungen. Ein Beitrag zur betriebswirtschaftlichen Organisationslehre, Köln-Berlin-Bonn-München 1965
  - 3) vgl. z.B. Bidlingmaier, J., Unternehmensziele und Unternehmensstrategien, Wiesbaden 1964
  - 4) vgl. z.B. Coenenberg, A.G., Die Kommunikation in der Unternehmung, Bd. 9 der Schriftenreihe Betriebswirtschaftliche Beiträge, Hrsg. Münstermann, H., Wiesbaden 1966
  - 5) vgl. z.B. Schneeweiß, H., Entscheidungskriterien bei Risiko, Berlin-Heidelberg-New York 1967
  - 6) vgl. Müller, W., Die Simulation ..., a.a.O., S. 31; zum Abgrenzungsproblem vgl.: Luhmann, N., a.a.O.

Das zweite konstituierende Merkmal des Systembegriffes ist die Konnektivität der Elemente. Sie liegt im System der Unternehmung inform allgemeiner Kommunikationsbeziehungen vor, die realiter im Austausch von Materie, Energie und/oder Informationen bestehen können. Überdies bestehen Relationen der Elemente zur "Außenwelt", die die Einbettung des Systems Unternehmung in ein größeres System (z.B. Branche, Volkswirtschaft) dokumentieren.<sup>1)</sup>

### - Eigenschaften des Systems Unternehmung

Jeder Katalog von Typisierungskriterien, der zur deskriptiven Klassifikation von realen Systemen herangezogen wird, stellt notwendigerweise eine bestimmte Selektion von Systemeigenschaften dar. Die Möglichkeit einer willkürlichen Auswahl von Systemeigenschaften zur Kennzeichnung eines Systems führt auch bei der Deskription des Systems Unternehmung zu verschiedenen Definitionen.<sup>2)</sup> In den folgenden Ausführungen soll als generell gültiges Systemmodell der Unternehmung<sup>3)</sup> die Auffassung Kirschs

---

1) vgl. Müller, W., Die Simulation ..., a.a.O., S. 33

2) vgl. z.B. "technisch-ökonomisches Zweckgebilde" (Kosiol, E., Die Unternehmung als wirtschaftliches Aktionszentrum, Reinbek 1966, S. 55) oder "Mensch-Maschine-System" (z.B. Grochla, E., Unternehmensorganisation, Reinbek 1972, S. 16), "äußerst komplexes, probabilistisches Wirksystem" (Blohm, H., Betriebliches Berichtswesen und Rechnungswesen - Versuch einer Abgrenzung, in: Layer, M., Strebel, H., (Hrsg.), Rechnungswesen ..., a.a.O., S. 17 ff., hier S. 21)

3) vgl. Angermann, A., Entscheidungsmodelle, Frankfurt/Main, 1963, S. 15 f.; Ashby, W.R., Simulation of a Brain, in: Computer Applications in the Social Sciences, Hrsg. Borko, H., Englewood Cliffs, N.J. 1962, S. 459 (zitiert nach: Huch, B., Zur Organisation eines operablen Rechnungswesens im betrieblichen Entscheidungsprozeß, in: ZfB 1972, S. 761 ff., hier S. 763)

zugrundegelegt werden, nach der die Unternehmung als zielgerichtetes<sup>1)</sup>, offenes<sup>2)</sup>, sozio-technisches Verhaltenssystem definiert wird.<sup>3)</sup>

### 133 Die Eignung der Systemtheorie als gemeinsamer Bezugsrahmen

Auf der Basis dieser systemtheoretischen Betrachtungsweise der Unternehmung soll nun versucht werden, eine möglichst umfassende Systematik relevanter betriebswirtschaftlicher Problemstellungen<sup>4)</sup> bzw. mathematischer Methoden zu errichten. Hierzu wird das komplexe System Unternehmung anhand zweckorientiert festzulegender Kriterien in Subsysteme zerlegt. Die entstehenden Teilsysteme beinhalten jeweils für sie typische Problemkategorien, wodurch die Einteilung der Unternehmung in Subsysteme auch die Aufteilung der immanenten betriebswirtschaftlichen Probleme in einzelne typische Problemkomplexe zur Folge hat. Auf diese Weise können unterschiedlich differenzierende Kataloge betriebswirtschaftlicher Probleme entwickelt werden, die nicht an der Problematik der verbalen Aufzählung aller betriebswirtschaftlichen

---

1) vgl. Deutsch, K.W., The Nerves of Government, London-Galt 1963, S. 77; Mirow, H.M., a.a.O., S. 26

2) vgl. zum Begriff "offenes System": Grochla, E., Systemtheorie ..., a.a.O., S. 8 f.; Katz, D., Kahn, R., a.a.O., S. 19 ff.

3) vgl. Kirsch, W., Entscheidungsprozesse III ..., a.a.O., S. 26 f.; auch Kicherer, H.P., Zur Bedeutung des Systemgedankens für die Lehre von der Unternehmensführung und ihrer praktischen Anwendung, in: Koller, H., Kicherer, H.P. (Hrsg.), a.a.O., S. 46 ff., hier S. 48

4) vgl. Blohm, H., Zur Frage des Operations Research als Hilfsmittel für Management-Entscheidungen, in: Koller, H., Kicherer, H.P. (Hrsg.), a.a.O., S. 180 ff., hier S. 182 und S. 189

Probleme scheitern. Gleichzeitig kann eine solche Katalogisierung von Subsystemen<sup>1)</sup> und der ihnen immanenten Probleme so konstruiert werden, daß die Extensionen der Katalogklassen nicht abgeschlossene Mengen darstellen. Dadurch kann eine "neu" entdeckte oder entwickelte Aufgabenstellung jederzeit einer bestimmten Katalogklasse als Element zugeordnet werden. Die Typologie paßt sich somit in gewissen Grenzen der fortschreitenden Entwicklung des Forschungsgebietes an.

Ein weiterer Aspekt, der für die Anwendung der systemtheoretischen Betrachtungsweise spricht, besteht in ihrer besonderen Eignung als interdisziplinärer Betrachtungsrahmen. Die Systemtheorie ist nicht nur für die Darstellung betriebswirtschaftlicher Probleme geeignet, sondern zeigt überdies in struktureller Hinsicht globale Analogien zur Formalwissenschaft Mathematik.<sup>2)</sup> So weisen Kalkülbegriff und Systembegriff definitorische Entsprechungen auf und der Begriff "Ablauf" der Systemtheorie deckt sich mit dem der "Funktion" in der Mathematik.<sup>3)</sup> Dadurch lassen sich grundsätzlich mathematische Kalküle mit Hilfe der systemtheoretischen Terminologie adäquat beschreiben.

Die systemtheoretische Betrachtungsweise vermag dadurch sowohl der Betriebswirtschaftslehre als auch der instrumental verwendeten Formalwissenschaft Mathematik als einheitlicher Bezugsrahmen<sup>4)</sup> gerecht zu werden.

---

1) vgl. z.B. Hoffmann, F., Das Rechnungswesen als Subsystem der Unternehmung, in: ZfB 1971, S. 363 ff., hier S. 364

2) vgl. den allgemeinen Systembegriff der Systemtheorie und den Begriff des Kalküls als Zentralbegriff der Formalwissenschaft Mathematik

3) vgl. Kulhavy, E., Betriebswirtschaftslehre ..., a.a.O., S. 84 und S. 88

4) vgl. Kirsch, W., Entscheidungsprozesse III, a.a.O., S. 25

14 Die Verwendbarkeit mathematischer Methoden zur  
Lösung betriebswirtschaftlicher Probleme

141 Die Analyse auf der Basis der systemtheoretischen  
Problemtypologie

1411 Die Typisierung der betriebswirtschaftlichen  
Probleme

Eine Möglichkeit, um zu einer zweckadäquaten Typologie betriebswirtschaftlicher Probleme zu gelangen, besteht wie oben bereits angedeutet darin, das System Unternehmung in Subsysteme aufzuspalten.<sup>1)</sup> Soll diese Klassifikation betriebswirtschaftlicher Teilsysteme für den vorliegenden Zweck geeignet sein, so muß sie auch wesentliche Merkmale typischer betriebswirtschaftlicher Problemkategorien katalogisieren. Überdies muß sie imstande sein, diese Problemkategorien mit repräsentativen Hauptgruppen mathematischer Methoden zu korrelieren.<sup>2)</sup>

Eine relativ einfache, aber für die weiteren Ausführungen hinreichende Systemtypologie stellt die oben kurz erwähnte Konzeption Beers dar.<sup>3)</sup> Aus der Vielzahl typisierender Merkmale greift er die beiden Kriterien Komplexität und Determiniertheit heraus. Dabei subsumiert Komplexität den möglicherweise unterschiedlichen Beziehungsreichtum der verschiedenen Systeme bei gegebener

---

1) vgl. zum Folgenden analog: Blohm, H., Zur Frage ..., a.a.O., S. 185 ff.

2) Auch darf die Typologie nicht "zu differenziert" gewählt werden, um nicht die Subsumtion neu erschlossener Probleme bzw. mathematischer Methoden a priori auszuschließen; andererseits darf sie auch nicht "zu grob" differenzieren, um einen (noch zu untersuchenden) Aussagewert für die Beantwortung der Zulässigkeitsfrage zu enthalten.

3) vgl. Beer, S., a.a.O., S. 27 ff.; Er bezeichnet die Unternehmung als komplexes System.

Anzahl von Elementen.<sup>1)</sup> Das zweite Merkmal befaßt sich mit der Bestimmbarkeit des Systemverhaltens: "Determiniert ist ein System, dessen Teile in vollständig voraussagbarer Weise aufeinander einwirken. Jede Ungewißheit ist ausgeschlossen."<sup>2)</sup> Ein System, das keine streng detaillierte Voraussage zuläßt, bezeichnet Beer als probabilistisch.<sup>3)</sup> Ein solches System läßt Aussagen über sein Verhalten allenfalls unter Angabe von Wahrscheinlichkeiten zu.

Mit Hilfe verschiedener Ausprägungen der Merkmale Komplexität und Determiniertheit lassen sich sechs Systemtypen entwickeln. Als Subsystemtypen des Systems Unternehmung aufgefaßt, können sie gleichzeitig als bestimmte, durch die Subsystemeigenschaften determinierte Kategorien betriebswirtschaftlicher Probleme interpretiert werden. Auf diese Weise ergibt sich folgende Systematik betriebswirtschaftlicher Problemkategorien:<sup>4)</sup>

| Komplexität<br>Determiniertheit | einfach | komplex | äußerst<br>komplex |
|---------------------------------|---------|---------|--------------------|
|                                 | —       | —       | —                  |
| determiniert                    | —       | —       | —                  |
| probabilistisch                 | —       | —       | —                  |

1) vgl. Wieser, W., a.a.O., S. 26

2) Beer, S., a.a.O., S. 27

3) vgl. ebenda, S. 28

4) vgl. ebenda, S. 27 ff. und insbesondere auch:  
Blohm, H., Betriebliches Rechnungswesen ..., a.a.O.,  
S. 23

Die Abgrenzung der einzelnen Problemkategorien ist notwendigerweise fließend,<sup>1)</sup> da geringe Veränderungen in der Datensituation die Allokation eines Problem es in einer anderen Kategorie veranlassen.

#### 1412 Die Systematisierung der mathematischen Methoden

Ebenso wie die Enumeration betriebswirtschaftlicher Probleme an der Vielfalt der realen Phänomene scheitern muß, ist es unmöglich, das Spektrum mathematischer Methoden mit seiner Vielzahl problemorientiert modifizierter Verfahren vollständig aufzuzeigen. Aus diesem Grunde müssen die mathematischen Methoden für eine umfassende Darstellung zu Gruppen zusammengefaßt werden. Eine solche Klassifikation kann naturgemäß keinen Anspruch auf ausschließliche Gültigkeit erheben, da es sich als grundsätzlich problematisch erweist, die einzelnen Gebiete, d.h. Methodengruppen exakt abzugrenzen.<sup>2)</sup> Alle mathematischen Verfahren basieren letztlich auf der gleichen axiomatisierten Logik und unterscheiden sich im Grunde nur durch verschiedene Prämissensetzungen und Verfahrenstechniken.

Eine besondere Schwierigkeit für die Abgrenzung mathematischer Spezialgebiete/Methodengruppen im Anwendungsbe-  
reich von Erfahrungswissenschaften liegt darin, daß die Problemorientierung heterogene mathematische Methoden zumindest terminologisch als integratives mathematisches Spezialgebiet deklariert.<sup>3)</sup> Dadurch werden naturgemäß die Konturen der ursprünglichen mathematischen Einzelgebiete verwischt. Außerdem wird jeder Versuch einer

---

1) vgl. Blohm, H., Zur Frage ..., a.a.O., S. 186

2) vgl. z.B. Hösch, F., a.a.O., S. 14 f.

3) vgl. z.B. Kulhavy, E., Operations Research ..., a.a.O., S. 49; für das "Gebiet" der Statistik: Pfanzagl, J., Das Verhältnis ..., a.a.O., S. 361; auch: Zimmermann, H.J., a.a.O., S. 9

umfassenden Systematisierung der mathematischen Methoden dadurch erschwert, daß die Entwicklung der Mathematik insbesondere durch formal wissenschaftliche Ansätze der Realdisziplin laufend neue Impulse erhält, die das Spektrum mathematischer Verfahren ständig erweitern. Aus diesen Gründen wird im Folgenden eine Einteilung der Methoden in Hauptgruppen vorgenommen, die den genannten Schwierigkeiten weitgehend Rechnung trägt und gleichzeitig für die geplante Gegenüberstellung mit den betriebswirtschaftlichen Problemkategorien ausreicht.

Unter "klassische mathematische Methoden"<sup>1)</sup> werden sämtliche Methoden der Arithmetik, der (linearen) Algebra, der Geometrie und der Analysis subsumiert.<sup>2)</sup> Diese Kategorie umfaßt naturgemäß dadurch, daß sie die Grundlagen mathematischer Verfahrenstechnik beinhaltet, den größten Teil der mathematischen Verfahren. Zusätzlich zu den genannten Gebieten soll diesen klassischen Methoden die deskriptive Statistik (soziale Arithmetik<sup>3)</sup>) zugeordnet werden.<sup>4)</sup>

Die "Methoden des Operations Research"<sup>5)</sup> bilden die nächste Kategorie mathematischer Methoden. Obwohl der Begriff "Operations Research" recht verbreitet ist, liegt eine verbindliche Systematik der einzelnen Verfahren

---

1) vgl. Blohm, H., Zur Frage ..., a.a.O., S. 187

2) vgl. z.B. Allen, R.G.D., Mathematik für Volks- und Betriebswirte, Berlin 1956; Sommer, F., Einführung in die Mathematik für Studenten der Wirtschaftswissenschaften, Berlin-Heidelberg-New York 1967; Wetzel, W., Skarabis, H., Naeve, P., Büning, H., Mathematische Propädeutik für Wirtschaftswissenschaftler, 2. Aufl., Berlin-New York 1972

3) vgl. Pfanzagl, J., Das Verhältnis ..., a.a.O., S. 361

4) Der gewählte Mathematikbegriff umfaßt auch das Gebiet der Statistik

5) zur Definition vgl. z.B. Müller-Merbach, H., Operations Research im Dienst der Betriebswirtschaftslehre, in: Die Unternehmung 1968, S. 44 ff., hier S. 44

nicht vor.<sup>1)</sup> Für die vorliegende Untersuchung soll diese Kategorie folgende Methoden umfassen: lineares, nicht lineares und dynamisches Programmieren, Spieltheorien, Warteschlangentheorien und Netzplantechniken.<sup>2)</sup> Gleichfalls soll das statistische Gebiet der "Stochastik"<sup>3)</sup> in diese Methodenkategorie einbezogen werden.

Die Methode der "Simulation"<sup>4)</sup> wird in der Regel unter die Methoden des Operations Research gezählt. Aufgrund ihrer Bedeutung und der eigenen Verfahrenstechnik wird den Simulationsverfahren<sup>5)</sup> hier jedoch eine eigene Methodenkategorie eingeräumt.

Für den zugrundegelegten weiten Mathematikbegriff kann als "Randkategorie" die Klasse der "lerntheoretischen/adaptiven Verfahren"<sup>6)</sup> gelten. "Adaptive Verfahren nehmen eine selbsttätige Veränderung der Parameter und/oder der gesamten Struktur eines Modells ... aufgrund von Informationen vor, die im Zeitablauf aus der Umwelt erworben werden; ..." <sup>7)</sup> Da diese Verfahren kybernetisch und formallogisch erfaßbar bzw. darstellbar sind, werden

---

1) vgl. Kulhavy, E., Operations Research ..., a.a.O., S. 49 f.

2) vgl. zu den einzelnen Methoden z.B.: Scherer, F., a.a.O., S. 119 ff.; Zimmermann, H.J., a.a.O., S. 18 ff. und die dort angeführte Literatur

3) vgl. Pfanzagl, J., Das Verhältnis ..., a.a.O., S. 361 f.

4) vgl. insbes.: Müller, W., Die Simulation ..., a.a.O., S. 61

5) vgl. z.B. Cohen, K.J., Cyert, R.M., Computer Models in Dynamic Economics, in: Cyert, R.M., March, J.G., A Behavioral Theory of the Firm, Englewood Cliffs, N.J. 1963, S. 317 f.; Müller, W., Die Simulation ..., a.a.O., S. 82

6) vgl. z.B. Griese, J., Adaptive Verfahren im betrieblichen Entscheidungsprozeß, Würzburg-Wien 1972, S. 14; Zypkin, A., Adaption und Lernen in automatischen Systemen - Ergebnisse, Probleme, Perspektiven, München-Wien 1966, S. 12

7) Griese, J., a.a.O., S. 14

sie als Grenzmethode der Mathematik in die Systematik der mathematischen Verfahren einbezogen.

# 1413 Die Gegenüberstellung betriebswirtschaftlicher Probleme und ihrer mathematischen Lösungsmethoden

Die oben entwickelte Typologie betriebswirtschaftlicher Probleme und die skizzierte Systematik mathematischer Methoden gestatten es, unter Zugrundelegung der heute allgemein anerkannten Einsatzmöglichkeiten und Leistungsstandards der einzelnen mathematischen Methoden folgende Gegenüberstellung zu entwerfen:<sup>1)</sup>

| Komplexität<br>Determiniertheit | einfach                              | komplex                                        | äußerst komplex                                |
|---------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|                                 |                                      |                                                |                                                |
| determiniert                    | klassische Methoden<br>(OR-Methoden) | (klassische Methoden)<br>OR-Methoden           | OR-Methoden<br>Simulation<br>Adaptive Methoden |
| probabilistisch                 | OR-Methoden                          | OR-Methoden<br>Simulation<br>Adaptive Methoden | Simulation<br>Adaptive Methoden                |

Die Auswertung dieser Matrix soll jedoch noch kurz zurückgestellt werden. In einem zweiten Untersuchungsansatz

1) vgl. Blohm, H., Zur Frage ..., a.a.O., S. 187; Blohm erweitert das Kriterium "Determiniertheit" um die Ausprägung "nicht prognostizierbar" und erhält so drei weitere Problemtypen für die Matrix. Diese Problemtypen werden in der obigen Matrix als Grenzfälle der drei probabilistischen Typen einbezogen.

ist zuvor zu zeigen, welche Modifikationen eine sozialwissenschaftlich orientierte Typologie betriebswirtschaftlicher Probleme für die Gegenüberstellung mit sich bringt.

142 Die Analyse auf der Basis einer sozialwissenschaftlich orientierten Problemtypologie

---

Weiter oben wurde die Unternehmung als zielgerichtetes, offenes, sozio-technisches Verhaltenssystem<sup>1)</sup> beschrieben. In dieser Definition tritt der vom menschlichen Entscheidungsverhalten geprägte, dynamische Charakter des Systems "Unternehmung" in den Vordergrund.

Ausgehend von diesem Systemansatz bezeichnet Kirsch als Oberbegriff für alle Individualentscheidungsprozesse, die zur Steuerung und Regelung<sup>2)</sup> der Systemprozesse notwendig sind, das (organisationale) Informations- und Entscheidungssystem (IES).<sup>3)</sup>

In pointierender Betrachtung kann das Informations- und Entscheidungssystem "als Inbegriff der partiellen Entscheidungssysteme der Organisation"<sup>4)</sup> gesehen werden. Zu einem partiellen Entscheidungssystem werden alle aktiven Elemente einer Organisation, d.h. Menschen und technische Einrichtungen, zusammengefaßt, die an einem spezifischen Entscheidungsprozeß oder an einer Klasse von

---

1) vgl. (auch zum Folgenden insbes.): Kirsch, W., Entscheidungsprozesse III ..., a.a.O., S. 26 ff.

2) vgl. ebenda, S. 51

3) vgl. ebenda, S. 49

4) ebenda, S. 51

Entscheidungsprozessen beteiligt sind.<sup>1)</sup> Da solche Entscheidungen definitionsgemäß zur Steuerung und Regelung von Systemprozessen erforderlich sind, d.h. ihnen vorausgehen oder direkten Einfluß auf sie ausüben, müssen im Bereich des IES bzw. seiner Subsysteme alle betriebswirtschaftlichen Probleme sichtbar werden bzw. ihren Niederschlag finden.

Das gesamte Informations- und Entscheidungssystem einer Unternehmung kann aus drei sich überschneidenden Subsystemen zusammengesetzt gedacht werden: dem politischen, dem administrativen und dem operativen System.<sup>2)</sup> Analog zur Typisierung dieser Subsysteme kann zwischen verschiedenen Entscheidungs- bzw. Problemtypen unterschieden werden:

Die Probleme des politischen Systems bestehen vornehmlich darin, "die individuellen Präferenzen und Werte der Organisationsteilnehmer und sonstigen Interessenten der Umwelt in "offizielle" Beschränkungen für die Organisation zu "transformieren".<sup>3)</sup> Im Regelfall sind sie als schlecht-strukturiert zu bezeichnen, d.h. ihnen fehlt mindestens eines der Merkmale wohlstrukturierter Probleme (vollständig formulierte Ziele; vollständige, endliche Anzahl von Alternativen; Lösungsalgorithmus).<sup>4)</sup>

Die Entscheidungsprobleme des administrativen Systems dienen als nicht programmierte Entscheidungen vornehmlich der Entwicklung von Programmen für das operative

---

1) vgl. Kirsch, W., Entscheidungsprozesse III, a.a.O., S. 51

2) vgl. ebenda. Neben diesen 3 Systemen steht das Intelligenzsystem, welches jedoch hier unerheblich ist (vgl. ebenda, S. 52)

3) ebenda, S. 52

4) vgl. Heinen, E., Industriebetriebslehre als Entscheidungslehre, in: Industriebetriebslehre, Hrsg. Heinen, E., 3.durchges. Aufl., Wiesbaden 1974, S. 21 ff., hier S. 61

System, wobei das politische System einen Rahmen von Beschränkungen für das Feld dieser Entscheidungsprobleme liefert (Ziele, Strategien, Budget).<sup>1)</sup> Administrative Probleme sind je nach Nähe zum operativen System zunehmend wohlstrukturiert.

Die Probleme des operativen Systems (operative, programmierte Entscheidungen) stehen im Zusammenhang mit der "routinemäßigen Steuerung und Regelung der operativen Prozesse der Produktion und Distribution".<sup>2)</sup> Sie sind in der Regel wohl-strukturiert und wohl-definiert,<sup>3)</sup> d.h. sie sind durch die folgenden Merkmale gekennzeichnet: eine bestimmte Anzahl von Alternativen, hinreichend bekannte Konsequenzen, klar formulierte Ziele und Regeln, mit deren Hilfe eine eindeutige Rangordnung der Alternativen gebildet werden kann.<sup>4)</sup>

Anhand dieser sozial-wissenschaftlich orientierten Subsystemtypologie lassen sich die für die einzelnen Subsysteme typischen betriebswirtschaftlichen Probleme nur relativ unpräzise mit wohl-strukturiert bis schlecht-strukturiert determinieren. Demzufolge können hier strenggenommen nur drei Kategorien betriebswirtschaftlicher Probleme unterschieden werden: wohl-strukturierte, "relativ" wohl- (oder schlecht-) strukturierte und schlecht-strukturierte Probleme.

Wird nun der vorhin entwickelte Katalog mathematischer Methoden auf diese Problemkategorien projiziert, so ergibt sich folgendes Bild:

---

1) vgl. Kirsch, W., Entscheidungsprozesse III, a.a.O., S. 52

2) ebenda

3) vgl. ebenda

4) vgl. Heinen, E., Industriebetriebslehre ..., a.a.O., S. 55

| Subsystem                      | operatives System                                     | administratives System                 | politisches System                     |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| Problemtyp                     | wohl-<br>strukturiert                                 | zunehmend<br>schlecht-<br>strukturiert | schlecht-<br>strukturiert              |
| mathema-<br>tische<br>Methodik | klassische<br>Methoden<br>(OR Methoden<br>Simulation) | OR Methoden<br>Simulation              | Simulation<br>lerntheoret.<br>Methoden |

143 Die Auswertung der Gegenüberstellungen als  
Ergebnis für die problemorientierte Untersuchung

In der ersten Matrix<sup>1)</sup> werden die betriebswirtschaftlichen Problemtypen entsprechend dem systemtheoretischen Aspekt danach unterschieden, für welche speziellen Subsysteme der Unternehmung ihre Geltung angenommen werden kann. Als Ergebnis der Zuordnung mathematischer Methoden auf diese Problemkategorien ist zunächst festzustellen, daß für jedes denkbare betriebswirtschaftliche Problem offenbar eine adäquate mathematische Bearbeitungstechnik existiert. Dies legt den Schluß nahe, daß die Verwendung mathematischer Verfahren zur Lösung betriebswirtschaftlicher Problemstellungen uneingeschränkt zulässig ist.

Die zweite Gegenüberstellung, deren Problemklassifikation auf die unterschiedliche Strukturiertheit betriebswirtschaftlicher Entscheidungsprobleme abstellt, bestätigt offenbar den aus der ersten Matrix gezogenen Schluß.

---

1) vgl. S. 113

Es erweist sich auch in diesem Fall, daß für jedes (Entscheidungs-) Problem im Informations- und Entscheidungssystem der Unternehmung eine entsprechende mathematische Bearbeitungsmethode vorhanden ist. Bei näherer Hinsicht müssen diese Aussagen jedoch eingeschränkt werden.

Dies ist zum einen des historischen Bezuges wegen notwendig, denn jede Systematisierung sowohl betriebswirtschaftlicher Problemkategorien als auch mathematischer Methoden stellt zwangsläufig nur eine Momentaufnahme des aktuellen Entwicklungsstandes dar, die eindeutig historischen Charakter besitzt. Die aus solchen Bestandsaufnahmen abgeleiteten Aussagen sind deshalb ebenfalls in einen bestimmten Raum-Zeit-Bezug hineingestellt, der ihre Gültigkeit relativiert.

Zum anderen ist eine Einschränkung deshalb erforderlich, weil in beiden Gegenüberstellungen die unterschiedliche Determiniertheit, Exaktheit und Vollständigkeit der mit den verschiedenen mathematischen Methoden erzielbaren Ergebnisse nicht explizit berücksichtigt werden. Eine Beurteilung der einzelnen Verfahren bzw. ihrer Ergebnisse hinsichtlich solcher Kriterien<sup>1)</sup> erweist sich insofern als problematisch, als bislang keine einheitlichen Beurteilungsmaßstäbe hierfür bestehen. Im Hinblick auf ihre Verwendbarkeit kann eine Wertung der Verfahren und der mit ihnen erzielbaren Ergebnisse somit nur fall-spezifisch erfolgen. Das bisherige Ergebnis, daß die Mathematikverwendung generell zulässig sei, muß daher in dem Sinne relativiert werden, daß die Resultate der mathematischen Bearbeitung betriebswirtschaftlicher Probleme grundsätzlich nur unter der Voraussetzung brauchbar sind, daß das Anspruchsniveau bezüglich Determiniertheit,

---

1) Die Erörterung solcher Probleme (z.B. Mächtigkeit von Methoden, Lösungsmächtigkeit usw.) fällt als Teilproblematik der pragmatischen Relevanz nicht in den Bereich der vorliegenden Untersuchung (vgl. zu diesem Problemkomplex: Kirsch, W., Bamberger, I., Gabele, E., Klein, H.K., a.a.O., S. 450 ff. u. 455 ff.)

Exaktheit und Vollständigkeit des erwarteten Ergebnisses das durch Dateninput und Verfahrenstechnik technisch determinierte, faktisch erzielbare Niveau des Resultates nicht in unzulässiger Weise übersteigt.

Wenngleich auf den ersten Blick nicht erkenntlich, so deutet die genannte Einschränkung darauf hin, daß die Verwendbarkeit der Mathematik offenbar zusätzlich von der Erfüllung bestimmter sprachlogisch-technischer Kriterien abhängt, die durch die besondere Technizität der Transformation ökonomischer Probleme in mathematische determiniert werden.

## 2 Die Zulässigkeit der Verwendung der Mathematik in der Betriebswirtschaftslehre als Problem der "sprachlogischen Transformation"

### 21 Das sprachlogische Transformationsproblem

Wenn ein betriebswirtschaftlicher Problemsachverhalt einer mathematischen Abbildung, Bearbeitung oder Lösung unterzogen werden soll, so wird in der Regel eine Transformation der von der Verballogik geprägten fachsprachlichen Abbildung in ein den Regeln der Formallogik<sup>1)</sup> unterstehendes mathematisches Modell erforderlich. Die Analyse des Transformationsprozesses<sup>2)</sup> zeigt eine sprachlogische Asymmetrie zwischen der flexiblen verbalen Deskriptorensprache und der präzisen formalisierten Opera-

---

1) vgl. zu Verballogik/Formallogik sinngemäß: Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 97; auch: Morgenstern, O., Logistik ..., a.a.O., S. 320

2) vgl. z.B. Koller, H., Simulation als Methode ..., a.a.O., S. 96

torensprache.<sup>1)</sup> Diese Asymmetrie ist die eigentliche Ursache der Problematik<sup>2)</sup> der Transformation. Während die verbale (Fach-)Sprache aufgrund ihrer Flexibilität Sachverhalte nur relativ unexakt und summarisch kennzeichnen kann<sup>3)</sup> und zudem mit verschiedenen anderen Schwächen belastet ist,<sup>4)</sup> impliziert die mathematische Verfahrenstechnik in sprachlogischer Hinsicht hohe begriffliche Präzision. Gleichzeitig repräsentieren die mathematischen Struktur- und Folgerungszusammenhänge höchste Exaktheit operativer Syntaktik.

Aus dieser sprachlogischen Inkongruenz resultieren verschiedene Übersetzungsprobleme. Anhand ihrer Untersuchung werden gleichzeitig einige sprachtechnische Kriterien sichtbar, von deren Erfüllung bzw. Berücksichtigung die Zulässigkeit der Verwendung der Mathematik als sprachliches Instrument abhängt.

## 22 Die Allokation des Transformationsprozesses

Untersucht man den Vorgang, wie ein nicht näher definiertes betriebswirtschaftliches Problem üblicherweise gelöst wird, so werden drei komplexe Phasen sichtbar: In der ersten wird das Problem in Verbindung mit der speziellen Zielsetzung möglichst präzise verbal formuliert;

---

1) vgl. Adam, A., Helten, E., Scholl, F., a.a.O., S. 8

2) vgl. Brand, H.W., a.a.O., S. 17

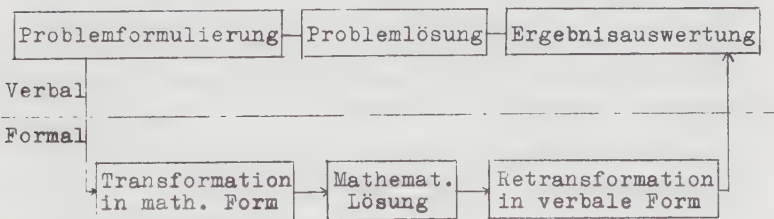
3) vgl. zur unklaren Terminologie und zum fehlenden sprachkritischen Bewußtsein der Betriebswirtschaftslehre: Chase, S., Die Macht des Wortes, München 1955, S. 176 ff.; Cherry, C., Kommunikationsforschung - eine neue Wissenschaft, Hamburg 1963, S. 105

4) vgl. insbes.: Kroeber-Riel, W., Wissenschaftstheoretische Sprachkritik, a.a.O.

darauf folgt die komplexe Phase der Lösungssuche, an deren Ende die Lösung steht, und als dritte Phase soll die Anwendung oder Übertragung der Lösung auf die betriebswirtschaftliche Realität gelten.

Dieser grob skizzierte "Prozeßablauf" ist für die vorliegende analytische Betrachtung insofern von Bedeutung, als er die Anknüpfungspunkte für die mathematische Verfahrenstechnik zeigt. An die Phase der exakten Problemformulierung, die aufgrund des spezifischen Charakters des betriebswirtschaftlichen Objektbereiches meist verbal erfolgt, schließt sich im Falle, daß die Anwendung mathematischer Verfahren geplant ist, der oben erwähnte Transformationsprozeß an. Dieser sprachlogischen Umwandlung des Problems in mathematische Form folgen die mathematisch-syntaktische Lösungsfindung, die Rückübersetzung, und die bereits bekannte Ergebnisauswertung.

Graphisch läßt sich dieser Sachverhalt etwa folgendermaßen darstellen:



Über die Zulässigkeit der Verwendung mathematischer Methoden entscheiden aus dieser analytisch-sprachtechnischen Sicht in erster Linie die Phasen der Übersetzung, d.h. Transformation und Retransformation, wo die "Nahtstellen" zwischen natürlicher Verbalsprache und künstlicher Symbolsprache liegen.<sup>1)</sup> Der Prozeß der Retrans-

---

1) vgl. Kroeber-Riel, W., Wissenschaftstheoretische Sprachkritik ..., a.a.O., S. 186

formation, als Schritt der Rückübersetzung aus der mathematischen in die verbalsprachliche Formulierung verdient in diesem Zusammenhang prima facie die gleiche Beachtung wie der Transformationsprozeß. Die exakte Analyse der Transformation zeigt jedoch, daß die Determinanten für die Retransformation bereits in der Teilphase der Konstruktion des operationalen mathematischen Modells, d.h. im Transformationsprozeß, gesetzt werden.

Ebenso ist der Prozeß der mathematischen Lösungssuche zwar im Hinblick auf das Ergebnis der mathematischen Rechenoperationen für die Zulässigkeitsfrage von Interesse, seine rein operativ-technische Seite, die von der formalen Logik bestimmt wird, ist dagegen ausschließlich Gegenstand mathematischer Untersuchungen.

Das Schlüsselproblem der sprachlogischen Analyse der Zulässigkeitsfrage besteht demzufolge in der Transformation des betriebswirtschaftlichen Problems in ein adäquates mathematisches Modell. Von der korrekten Durchführung und Güte dieser Transformation hängt es ab, ob die Verwendung der Mathematik gültig und fruchtbar ist, oder ob sie im spezifischen Falle aus technischen Gründen für unzulässig zu gelten hat.

Für die folgende exemplarische Analyse des Transformationsprozesses sollen zwei Annahmen gelten:

Zum einen wird vorausgesetzt, daß für die Bearbeitung des betriebswirtschaftlichen Problems die Verwendung mathematischer Verfahren sinnvoll erscheint.

Zum anderen wird angenommen, daß es sich bei der paradigmatisch untersuchten betriebswirtschaftlichen Aufgabenstellung um ein sehr komplexes heuristisches Ermittlungsproblem<sup>1)</sup> handeln soll. Durch diese Begriffe ist das ökonomische Problem zwar nur global gekennzeichnet,

---

1) vgl. Klein, H.K., a.a.O., insbes. Vorwort, S. 5

kann aber für den vorliegenden Zweck der Analyse der Transformationsphase als hinreichend spezifiziert gelten: An der Mathematisierung eines Problems dieser Kategorie können die Unterphasen des Transformationsprozesses und die daraus resultierenden Probleme am deutlichsten sichtbar gemacht werden.

## 23 Die Analyse des Transformationsprozesses

Die exakte Analyse des Transformationsprozesses zeigt verschiedene Unterphasen, die die schrittweise Umwandlung eines betriebswirtschaftlichen Tatbestandes/Problems aus der verballogischen in die formallogische Sphäre kennzeichnen.

Die Aufschlüsselung des Gesamtprozesses in die einzelnen Unterphasen kann beliebig differenziert vorgenommen werden.<sup>1)</sup> Als Leitkriterium soll hierbei die Praktikabilität der einzelnen Teilphasen dienen; die Systematik der Unterphasen soll für die Umwandlung eines möglichst breiten Spektrums betriebswirtschaftlicher Sachverhalte, Fragen und Probleme typisch sein.

---

1) vgl. analog z.B.: Dück, W., Bliefernich, M., (Hrsg.), Operationsforschung 3, Berlin 1972, S. 24; Jenkins, G.M., The Systems Approach, in: Systems Behaviour, Beishon, J., Peters, G., (Eds.) London, New York, Evanston, San Francisco 1972, S. 56 ff., hier S. 65 ff.; Mertens, P., Simulation, Stuttgart 1969, S. 10; Müller, W., Die Simulation betriebswirtschaftlicher Informationssysteme, Wiesbaden 1969, S. 68 ff.; Wittmann, W., Betriebswirtschaftslehre und Operations Research, in: ZfhF 1958, S. 285 ff., hier S. 292; Zimmermann, H.J., a.a.O., S. 13 ff.

231 Die Analyse des verbal formulierten betriebswirtschaftlichen Problem es als Ausgangspunkt der Transformation

Den Abschluß der verballogischen Phase der Problemformulierung bildet eine möglichst exakte verbalsprachliche Präzisierung des betriebswirtschaftlichen Problematbestandes.<sup>1)</sup> Sie bildet mit den in ihr enthaltenen Daten des relevanten Realitätsausschnittes den Ausgangspunkt für die Transformation in die mathematische Fassung des ökonomischen Problem es.<sup>2)</sup>

Generell ist dabei zu berücksichtigen, daß der verbalsprachlichen Präzision gewisse Grenzen gesetzt sind. Da die verbale Abbildung eines Problem es bereits modellhafte Züge trägt - sie stellt ein Modell der Sprachstufe "Eins" für den ontologischen Realitätsausschnitt dar -, ergeben sich bei dieser Abbildung Fehlermöglichkeiten sowohl sprachlogischer<sup>3)</sup> als auch inhaltlicher<sup>4)</sup> Natur. Zudem wird das verbalsprachliche Modell durch die spezifischen Zielvorstellungen des beobachtenden Wirtschaftssubjektes strukturiert; dieser Umstand kann über unzulässige Zielprojektionen<sup>5)</sup> zu Verzerrungen der verbalen Problemdarstellung führen.<sup>6)</sup>

Diesen Fehler- oder Verzerrungsmöglichkeiten ist bei der Analyse des verbalsprachlich definierten Problemsachverhaltes in den folgenden drei Dimensionen Rechnung zu tragen.

---

1) vgl. z.B. Jenkins, G.M., a.a.O., S. 65 ff. "Systems Analysis"

2) vgl. Brand, H.W., a.a.O., S. 25

3) z.B. Fehler in der Prädikation, Satzstruktur usw.

4) z.B. pointierende Abbildung usw.

5) vgl. Minsky, M., Steps Toward Artificial Intelligence, in: Computer and Thought, Feigenbaum E.A., Feldman, J. (Eds.), New York, San Francisco, etc. 1968, S. 406 ff., hier: S. 408

6) vgl. Kade, G., Die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 49 f.

## 2311 Die Zielanalyse

Zunächst ist festzustellen, welches Ziel mit der Lösung des Problem, oder allgemeiner, mit der weiteren Bearbeitung des betriebswirtschaftlichen Problemstoffbestandes verfolgt wird. Die Dimensionen dieses Ziel, oder dieser Ziele (Inhalt, angestrebtes Ausmaß und zeitlicher Bezug)<sup>1)</sup> bestimmen als wesentliche Orientierungsdaten (unter anderem) die gesamte Transformationsphase. Gleichmaßen wird auch der Ablauf sämtlicher Teilphasen durch diese Zielorientierung beeinflusst.

Ohne auf die Problematik der Zielsetzungen und die Koordination, Behandlung oder Wirkung spezifischer Subziele in betriebswirtschaftlichen Einzelproblemen einzugehen<sup>2)</sup>, seien zwei Aspekte der allgemeinen Zielanalyse dennoch erwähnt; ihnen kommt im Rahmen des Transformationsprozesses besondere Bedeutung zu. Zum einen hat die Zielanalyse festzustellen, ob das Ziel (die Ziele) der Aufgabenstellung im Sinne des Minsky-Kriteriums "wohl-definiert" ist (sind), d.h. ob ein systematisches Verfahren existiert, mit welchem festgestellt werden kann, ob eine erarbeitete oder vorgeschlagene Lösung annehmbar ist oder nicht.<sup>3)</sup> Zum anderen muß die Operationalität des Ziel, oder der Ziele untersucht werden, d.h. es ist zu prüfen, ob das Ziel "in eindeutig verständlichen Größen ausgedrückt werden kann".<sup>4)</sup> Heinen schlägt für eine operationale Zielformulierung die Verwendung von Kardinal-, Ordinal-

---

1) vgl. Heinen, E., Das Zielsystem der Unternehmung, Wiesbaden 1966, S. 59 ff.

2) vgl. ebenda, S. 89 ff.

3) vgl. Klein, H.K., a.a.O., S. 32

4) Albach, H., Entscheidungsprozeß und Informationsfluß in der Unternehmensorganisation, in: Organisation, Hrsg. E. Schnauffer, K. Agthe, Berlin, Baden-Baden 1961, S. 355 ff., hier: S. 357

und Nominalskalen vor,<sup>1)</sup> von denen insbesondere die kardinale Zielformulierung der Verwendung mathematischer Problemlösungsverfahren entgegenkommt.<sup>2)</sup>

Nach Untersuchung des Zielaspektes muß als nächste Komponente dieser "klärenden Phase"<sup>3)</sup> die Datensituation der betriebswirtschaftlichen Problemstellung analysiert werden.

### 2312 Die Datenanalyse

Mit dem Begriff Datenanalyse<sup>4)</sup> sollen alle Bemühungen umschrieben werden, die sich darauf richten, die Einflußgrößen einer Problemstellung möglichst umfassend zu ermitteln, zu beurteilen und einer weiteren Verarbeitung zugänglich zu machen. Da jedem Problemlösungsprozeß eine solche Datenanalyse vorausgehen muß und da diese somit nicht als nur für mathematische Problemlösungsverfahren typisch bezeichnet werden kann, seien hier nur ihre wesentlichen Schwerpunkte skizziert.

Für die Datenanalyse sind zwei verschiedene Kategorien von Einflußgrößen maßgeblich. Einerseits sind Daten zu erfassen und zu analysieren, die direkt mit und in der

---

1) vgl. Heinen, E., Das Zielsystem ..., a.a.O., S. 116

2) vgl. auch: Dreger, W., Entscheidungsplanung und -findung als Organisationsaufgabe, in: Unternehmensführung auf neuen Wegen, Hrsg. Stöhr, R.W., Wiesbaden 1967, S. 151 ff., hier: S. 154

3) Zimmermann, H.J., a.a.O., S. 13 ff.

4) Der Begriff Daten wird hier als sehr weiter Oberbegriff gewählt; er umfaßt alle Größen, die gleich, ob beeinflussbar oder nicht, eine beliebige Problemstellung beeinflussen. Daten sind unbewertete, nicht auf einen Zweck bezogene Informationen. Sie repräsentieren die informationelle Grundstufe. (Vgl. Häusler, J., Der Führungsprozeß in der industriellen Unternehmung, in: Stöhr, R.W. (Hrsg.), a.a.O., S. 49 ff., hier: S. 53)

Problemstellung als Variable oder Konstante (Parameter) entstehen, die sog. endogenen Daten. Andererseits sind Daten zu untersuchen, die aus Einflüssen der Umwelt-situation des Problemes resultieren. Diese exogenen Daten bilden den raum-zeitlichen Bezugsrahmen der Problemstellung.<sup>1)</sup> Beide Kategorien von Daten determinieren die betriebswirtschaftliche Aufgabenstellung und sind daher möglichst vollständig zu erfassen. Gewöhnlich ist die Beschaffung der Daten problematisch, insbesondere wenn diese Daten Vorgänge betreffen, die sich erst in der Zukunft voll entwickeln oder wenn sie von humanitären Einflüssen geprägt werden.<sup>2)</sup> Zukunftsorientierte Daten, wie etwa zukünftige Konjunkturdaten lassen sich meist nur inform von Wahrscheinlichkeitsverteilungen erfassen; Einflußgrößen ideeller Prägung, wie etwa Motivationsstrukturen von Wirtschaftssubjekten oder die Organisationsloyalität von Mitarbeitern, entziehen sich nahezu gänzlich einer exakten Erfassung; sie können meist nur relativ unexakt nominal oder ordinal skaliert oder verbal umschrieben werden.<sup>3)</sup>

Die in der Datenerfassung summarisch gesammelten Informationen sind sodann nach verschiedenen Gesichtspunkten zu analysieren. Die wesentlichste Unterscheidung differenziert variable und konstante Einflußgrößen. Als Kriterium für diese Unterteilung dienen vor allem die den Daten immanenten Merkmale, die ihren variablen oder konstanten Charakter a priori determinieren.<sup>4)</sup> In anderer Differenzierung sind die Daten auf ihre Verlässlichkeit

---

1) vgl. Müller, W., Simulation ..., a.a.O., S. 68 ff.

2) vgl. Dreger, W., a.a.O., S. 155 ff.

3) Allerdings sind hier die Forschungsergebnisse der modernen Sozio- und Psychometrie zu beachten.

4) vgl. Dück, W., Bliefernich, M., (Hrsg.), a.a.O., S. 15

zu prüfen; harte Daten sind empirisch begründet, sie sind objektiv feststellbar und können nicht angezweifelt werden. Weiche Daten basieren auf Meinungen und Urteilen, sie müssen aufgrund ihrer subjektiven Prägung im Problemlösungsprozeß mit Vorsicht verwendet werden.<sup>1)</sup>

Allein dieser kurze Überblick verdeutlicht die Kompliziertheit der Gewinnung und Aufbereitung relevanter Einflußgrößen. Eine nicht zu unterschätzende Komplikation erfährt die Datenanalyse in der Betriebswirtschaftslehre überdies dadurch, daß in betriebswirtschaftlichen Problemstellungen nicht nur ökonomische, sondern auch technische, rechtliche, psychologische, soziologische und historische Einflußgrößen eine bedeutende Rolle spielen.<sup>2)</sup> Durch diese Heterogenität der betriebswirtschaftlich relevanten Daten, die nur selten in für betriebswirtschaftliche Fragen operationaler Form verfügbar sind,<sup>3)</sup> erweist sich die Datensituation betriebswirtschaftlicher Probleme als besonders vielschichtig.

### 2313 Die Strukturanalyse

Die Strukturanalyse als dritte und letzte Komponente der Problemanalyse befaßt sich mit der Untersuchung der Relationen zwischen den Daten der betriebswirtschaftlichen Aufgabenstellung. Erst durch die Verknüpfung der Problemelemente Daten werden die problemimmanenten Vorgänge und

---

1) vgl. Beale, E.M.L., Hughes, P.A.B., Broadbent, S.R., A Computer Assessment of Media Schedules, deutsch: Bewertung von Mediaplänen mit Hilfe von Computern, in: forschen - planen - entscheiden 3 (1967), S. 148 ff., hier S. 149 (zitiert nach: Buchmann, K.-H., Quantitative Planung des Marketing - Mix auf der Grundlage empirisch verfügbarer Informationen, Berlin, New York 1973, S. 55)

2) vgl. Müller, W., Simulation ..., a.a.O., S. 70

3) Lesourne, J., Unternehmensführung und Unternehmensforschung, München/Wien 1964, S. 15

ihre exogenen Verflechtungen strukturell definiert<sup>1)</sup> wobei die zahlreichen Grundformen<sup>2)</sup> möglicher Relationen durch verschiedene Ausprägungen, Gewichtungen und graduell unterschiedliche Attribute<sup>3)</sup> variiert werden, so daß die Anzahl real möglicher Problemstrukturen immens groß wird.

Die Strukturanalyse hat die Aufgabe, die Beziehungen und funktionalen Verknüpfungen zwischen den Problem Daten bzw. -komplexen in speziellen realen betriebswirtschaftlichen Problemstellungen zu analysieren und zu beschreiben. Diese strukturelle Beschreibung bildet den Abschluß der problemklärenden Phase, sie ist die Ausgangsbasis für den Transformationsprozeß mit seinen verschiedenen Unterphasen.

Das Ziel der Transformation i.e.S. besteht darin, ein operationales<sup>4)</sup> mathematisches Modell der betriebswirtschaftlichen Problemstellung zu konstruieren. Zu diesem Zweck sind in der ersten Teilphase die verbal-deskriptiven<sup>5)</sup> Problemkomponenten, d.h. Ziele, Daten und strukturelle Verknüpfungen mathematisch zu fassen.

---

1) vgl. auch: Adam, A., Helten, E., Scholl, F., a.a.O., S. 65; Müller, W., Simulation ..., a.a.O., S. 70; zum Strukturbegriff vgl. z.B. Adam, A., Helten, E., Scholl, F., a.a.O., S. 11

2) vgl. etwa die logischen Verknüpfungsformen, wie Addition, Conditional usw.

3) in der Verballogik sind dies Attribute wie "meistens", "vielleicht" usw.

4) vgl. Minsky, M., a.a.O., S. 408

5) vgl. Kroeber-Riel, W., Wissenschaftstheoretische Sprachkritik, a.a.O., S. 183 ff.

232 Die erste Teilphase:

Die mathematische Fassung der Problemkomponenten

In der Praxis sind die einzelnen Teilphasen des Transformationsprozesses eng miteinander verknüpft. Für die vorliegende Analyse wird jedoch von vorliegenden Interdependenzen abgesehen, da anhand einer Isolation der einzelnen Unterphasen deren jeweilige Problematik deutlicher hervorgehoben werden kann.

In der ersten Teilphase des Transformationsprozesses werden die einzelnen Komponenten der Problemstellung mathematisch-operational formuliert. Analog zu den drei Problemkomponenten umfaßt sie drei Teilschritte, deren erster in der mathematischen Formulierung der Ziele besteht.

2321 Die mathematische Zielformulierung

Die Aufgabe der mathematischen Zielformulierung liegt darin, das in der verbalen Problemanalyse präzisierte Ziel mathematisch-operational zu formulieren. Dabei beeinflusst die verbale Analyse die mathematische Formulierung insofern, als die Präzision der verbalsprachlichen Zieldefinition eine Voraussetzung für die Exaktheit der mathematischen Zielformulierung bildet, welche wiederum Bedingung für zweckrelevante Ergebnisse des mathematischen Problemlösungsverfahrens ist.<sup>1)</sup>

Zunächst ist festzustellen, ob das angestrebte Ziel ein Kriterium<sup>2)</sup> beinhaltet, welches quantitativ erfaßbar

---

1) vgl. Dichtl, E., Zur Problematik der Ableitung exakter Lösungen im Absatzbereich, in: Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis 1970, S. 129 ff., hier: S. 136

2) vgl. Heinen, E., Das Zielsystem ..., a.a.O., S. 52

ist. Eine solche quantitative Größe kann als Zielvariable direkt in eine mathematische Zielfunktion eingehen.<sup>1)</sup>

Liegt das Ziel dagegen in Gestalt einer allgemein formulierten Maxime vor,<sup>2)</sup> so wird es als Zielfunktion, d.h. als mathematische Funktion einer (oder mehrerer) Zielvariablen geschrieben und in den Kalkül einbezogen. Die in den Zielfunktionen enthaltenen Variablen werden vermittels von Definitionsgleichungen inhaltlich spezifiziert, deren Komponenten wiederum durch Erklärungsgleichungen zu definieren sind.<sup>3)</sup> Zielfunktionen können nach der Anzahl der enthaltenen Zielvariablen mono- oder multivariabel sein, d.h. in einem Entscheidungsproblem können gleichzeitig mehrere Ziele verfolgt werden, die entweder in einem System monovariabler Zielfunktionen geordnet, oder in eine multivariable Zielfunktion integriert werden müssen.<sup>4)</sup>

Im mathematischen Kalkül, d.h. bei der Lösungs- oder Alternativensuche treten diese Zielfunktionen als Nebenbedingungen in Erscheinung, d.h. aus der Menge der möglichen Lösungen (Kombinationen der Aktionsparameter) werden diejenigen ausgesondert, die mit den Nebenbedingungen unvereinbar sind.

---

1) vgl. Heinen, E., Das Zielsystem ..., a.a.O., S. 52

2) vgl. auch: Steinmann, H., Planungsmodelle zur optimalen Lösung von Zielkonflikten, in: Layer, M., Streben, H. (Hrsg.), Rechnungswesen ..., a.a.O., S. 95 ff., hier: S. 96

3) vgl. Heinen, E., Das Zielsystem ..., a.a.O., S. 53

4) vgl. ebenda, S. 53 f.

2322 Die mathematischen-operationale Formulierung der  
Daten

---

Der mathematischen Zielformulierung folgt die mathematisch-operationale Erfassung bzw. Symbolisierung der Daten. Analog zum Minsky'schen Operationalitätsbegriff bedeutet mathematische Operationalität der Daten, daß das relevante Datenmaterial in eine Form zu bringen ist, die es als Input für mathematische Prozesse verwendbar macht.<sup>1)</sup> Dabei ist zunächst darauf hinzuweisen, daß die Forderung des traditionellen Mathematikbegriffes nach Quantifizierbarkeit<sup>2)</sup> der in den Kalkül eingehenden Daten im Rahmen des obigen Operationalitätsbegriffes eine Maximalforderung darstellt.<sup>3)</sup> Die moderne Mathematik als logisch deduktive Relationslehre<sup>4)</sup> ist, wie oben festgestellt wurde, nicht an Zahlen und Quantitäten gebunden.<sup>5)</sup> Sie untersucht "beliebige Strukturelemente der Realität",<sup>6)</sup> die nicht notwendigerweise als quantitative<sup>7)</sup> Größen auftreten müssen. Als Charakteristikum der Mathematik wird der Formalismus hervorgehoben, der eine Anwendung der Methodik des "Rechnens" auf nicht-quantitative Beziehungen und Sachverhalte gestattet.<sup>8)</sup> Sicht-

---

1) vgl. Minsky, M., a.a.O., S. 408; auch Albach, H., a.a.O., S. 357

2) im Sinne von kardinaler Meßbarkeit

3) vgl. Köhler, R., a.a.O., S. 56

4) vgl. z.B. Albert, H., Probleme der Theoriebildung ..., a.a.O., S. 36; Weyl, H., a.a.O., S. 23

5) vgl. Weinberg, P., a.a.O., S. 15

6) ders., ebenda; auch: Levi-Strauß, C., Die Mathematik vom Menschen, in: Kursbuch, hrsg. v. H.M. Enzensberger, Bd. 8, Frankfurt/M. 1967, S. 182

7) vgl. z.B. Kloidt, H., Grundsätzliches zum Messen und Bewerten in der Betriebswirtschaft, in: Grochla, E., (Hrsg.), Organisation ..., a.a.O., S. 283 ff., hier: S. 295 ff.

8) vgl. Bergner, H., a.a.O., S. 9 f.

baren Ausdruck findet dieser Formalismus in der Verwendung von Kurzsymbolen,<sup>1)</sup> die nicht numerisch-quantitativ sein müssen (es jedoch sein können). Daher kann das Problem, Eingangsdaten für mathematische Prozesse operational zu gestalten, nicht ausschließlich in der strikten Forderung bestehen, die Größen irgendwie zu quantifizieren. Vielmehr geht es darum, die Inputdaten in für die Zwecke der syntaktischen Operationen geeigneter Form zu symbolisieren.

Generell läßt sich jeder Ausdruck (Begriff, Terminus) mittels geeigneter Korrespondenzregeln in ein Kurzsymbol umwandeln. Da der verbalsprachliche Ausdruck als Ergebnis einer im wesentlichen willkürlichen Prädikation bereits ein Symbol für das ontologische Substrat darstellt, kann dieses Symbol legitimerweise durch eine entsprechende Übersetzungsvorschrift in ein anderes (Kurz-)Symbol transformiert werden.<sup>2)</sup> Daher ist jeder reale Sachverhalt inform von Kurzsymbolen abbildbar; dennoch involviert diese Tatsache der Symbolisierbarkeit nicht die mathematische Operationalität der Einflußfaktoren, denn der Zweck des Formalismus besteht nicht allein in der Abbildung, sondern in der syntaktischen Operation.<sup>3)</sup> Für syntaktische Rechengänge müssen aber enge Interdependenzen zwischen

- a) dem Ziel der betriebswirtschaftlichen Aufgabenstellung,
- b) der Relevanz des Datenmaterials
- c) der Struktur des mathematischen Modelles, und
- d) der für die gewählte Methodik verwendbaren Form der Daten

angenommen werden.

- 
- 1) vgl. Boole, G., The Mathematical Analysis of Logic, Being an Essay Toward a Calculus of Deductive Reasoning, London, Cambridge 1847, S. 3 ff.
  - 2) in Analogie zur Übersetzung in eine Fremdsprache
  - 3) vgl. Angermann, A., Unternehmerische Entscheidungen ..., a.a.O., S. 17

Durch die problemspezifische Kombination dieser Komponenten wird für jede einzelne betriebswirtschaftliche Aufgabenstellung ein "spezifisches Operationalitätsniveau", welchem das relevante Datenmaterial entsprechen muß, determiniert. Das Spektrum der Ausprägungen, die dieser variabel definierte Operationalitätsbegriff annehmen kann, erstreckt sich von der Forderung nach kardinaler Meßbarkeit der zu erfassenden Größen<sup>1)</sup> bis zu einer globalen Pauschalschätzung, wie etwa bei der Zusammenfassung sämtlicher Umwelteinflußfaktoren in einem einzigen Parameter.

Verschiedene mathematische Verfahren lassen sogar eine Verarbeitung verbal-formulierter Sachverhalte zu, die lediglich im Hinblick auf die mathematische Zielsetzung und auf die Modellstruktur stenogramatisch in alphanumerische Kurzsymbole umformuliert werden.<sup>2)</sup>

Die Kennzeichnung der Möglichkeiten moderner mathematischer Verfahren wie z.B. der Simulation<sup>3)</sup> dokumentiert, daß Probleme aus betriebswirtschaftlichen Objektbereichen, die sich aufgrund mangelnder kardinaler Meßbarkeit

---

1) vgl. zu Messen: z.B. Adam, A., Messen und Regeln ..., a.a.O., S. 20 f.; Churchman, C.W., Ratoosh, P. (Eds.) Measurements Definitions and Theories, New York/London 1959; Henn, R., Möglichkeiten ..., a.a.O., S. 79 f.; Kircher, P., Fundamentals of Measurement, in: Readings in Management, ed. by M.D. Richards and W.A. Nielander, 2nd Ed., Cincinnati/Ohio 1963, S. 588 ff., hier: S. 590 ff.; Kloidt, H., a.a.O., S. 293 ff.; Pfanzagl, J., Die axiomatischen Grundlagen einer allgemeinen Theorie des Messens, Würzburg 1959; ders., Theory of Measurement, a.a.O.; Scheuch, E., Skalierungsverfahren in der Sozialforschung, in: König, R. (Hrsg.), Handbuch der empirischen ..., a.a.O., S. 348 ff.; Szyperski, N., Zur Problematik ..., a.a.O., S. 51 ff.

2) vgl. insbesondere die Boole'sche Mengenalgebra (Boole, G., a.a.O.)

3) vgl. Müller, W., Technik und Leistungsfähigkeit betriebswirtschaftlicher Simulationsstudien, in: ZfB 1968, S. 605 ff., hier: S. 610 ff.

bislang mathematischer Bearbeitung entzogen, durchaus mathematisch zu behandeln sind, da die relevanten "qualitativen" Größen in einer für Simulationsverfahren<sup>1)</sup> als operational zu bezeichnenden Weise dargestellt werden können.<sup>2)</sup> Insofern dokumentiert der aufgabenspezifische Operationalitätsbegriff das beträchtlich erweiterte Anwendungsspektrum für die Methoden der modernen Mathematik.

Durch die Kennzeichnung des modifizierten, aufgabenspezifischen Operationalitätsbegriffes ist jedoch nur der eine Aspekt des Problems der mathematisch-operationalen Formulierung des relevanten Datenmaterials geklärt worden. Der andere Aspekt liegt in den abzubildenden Daten selbst begründet. Das Kriterium dafür, inwieweit sich die Eingangsdaten im obigen Sinne mathematisch-operational abbilden lassen, ist die Art der natürlichen Merkmale, die bei den Gegenständen, Zuständen oder Vorgängen der Betriebswirtschaft angetroffen werden<sup>3)</sup> und die es operational abzubilden gilt.

Für die neuere Betriebswirtschaftslehre ist es kennzeichnend, betriebliche Probleme möglichst durch quantitative Begriffe zu erfassen<sup>4)</sup> und mit deren Hilfe mathematisch zu lösen.<sup>5)</sup> Quantitative Daten sind wegen ihrer Exaktheit hervorragend für die Verwendung in mathematischen Prozessen geeignet. Im betriebswirtschaftlichen Objektbereich läßt sich allerdings eine nur recht kleine

---

1) vgl. z.B. Müller, W., Technik und Leistungsfähigkeit ..., a.a.O., insbes. S. 606

2) vgl. Henn, R., Möglichkeiten ..., a.a.O., S. 79 f. und Müller, W., Simulation ..., a.a.O., S. 68 ff.

3) vgl. Kloidt, H., a.a.O., S. 297

4) vgl. Heinen, E., Das Zielsystem ..., a.a.O., S. 52

5) vgl. Gäfgen, G., Theorie der wirtschaftlichen Entscheidung, Tübingen 1963, S. 2; auch: Schulze, H.-H., Zum Problem der Messung des wirtschaftlichen Handelns mit Hilfe der Bilanz, Berlin 1966, S. 39

Anzahl von Sachverhalten direkt quantitativ messen oder beschreiben. Den meisten Merkmalen der realen Gegenstände, Zustände oder Sachverhalte fehlt als Voraussetzung für die direkte Meßbarkeit die Stückhaftigkeit oder Teilbarkeit.<sup>1)</sup>

In vielen Fällen ist die Zahl als Ergebnis einer indirekten Messung oder Schätzung "nur eine Oberflächenerscheinung";<sup>2)</sup> die eigentlich verantwortlichen ökonomischen Merkmale liegen tiefer, sie haben ausgeprägt kategorialen oder qualitativen Charakter, der sich (zumindest nach dem derzeitigen Stand der meßtechnischen Entwicklung<sup>3)</sup>) einer direkten Messung entzieht.<sup>4)</sup> Allerdings lassen sich oft auch für diese qualitativen Merkmale auf derivativem Wege numerische Werte finden: Qualitative ökonomische Größen bilden sich häufig über ihren Einfluß auf quantitative Größen in kardinal, ordinal oder nominal meßbarer Weise ab;<sup>5)</sup> es liegen also in vielen Fällen eindeutige funktionale Verknüpfungen zwischen qualitativen Einflußfaktoren und quantitativen Größen vor.<sup>6)</sup>

Qualitative Größen, die eine klar definierte funktionale Verknüpfung mit quantitativen Parametern aufweisen, sind ohne direkt meßbar zu sein, z.B. in Simulationsmodelle einzubeziehen.<sup>7)</sup> Sie sind für diese mathematische Verfahrenstechnik bereits in funktionaler Abbildung als operational zu bezeichnen.

---

1) vgl. Kloidt, G., a.a.O., S. 297

2) Kulhavy, E., Operations Research ..., a.a.O., S. 42

3) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 98

4) z.B. menschliche Verhaltensweisen, soziale Vorgänge usw.

5) vgl. Angermann, A., Unternehmerische Entscheidungen ..., a.a.O., S. 13

6) Diese extensionalen Verknüpfungen sind Voraussetzung für das sog. "indirekte Messen" (vgl. Kircher, P., a.a.O., S. 590 ff.)

7) vgl. Müller, W., Simulation ..., a.a.O., S. 69 f.

Allerdings können solche funktionalen Zusammenhänge bei qualitativen Größen wie dem menschlichen Verhalten derart kompliziert und indeterminiert auftreten, daß sich die Auswirkungen auf quantitative ökonomische Daten im günstigsten Falle nur mehr stochastisch eingrenzen lassen. Von einer indirekten Quantifizierungsmöglichkeit kann bei dieser Art von Merkmalen nicht mehr gesprochen werden.<sup>1)</sup>

Betrachtet man nun die Tatsache, daß die Daten aufgrund ihrer immanenten Merkmalstruktur bzw. Charakteristik unterschiedlich meßbar bzw. (überhaupt) erfaßbar sind in Verbindung mit dem vorhin gekennzeichneten Begriff der problemspezifischen Operationalität, so erweist sich die mathematisch-operationale Formulierung der Problem-  
daten im betriebswirtschaftlichen Objektbereich als ambivalentes Problem. Die eine Determinante dieser angestrebten Operationalität der relevanten Daten liegt in der charakteristischen Wesensart, der inform von Daten zu erfassenden betriebswirtschaftlichen Realität, die sich einem exakt quantitativen Zugriff zumeist entzieht. Der Hauptteil der Einflußgrößen weist qualitative oder kategoriale Merkmale auf, die nur indirekt quantitativ zu erfassen sind.

Die andere Determinante der Operationalität ist im problemspezifischen mathematischen Modellansatz zu sehen, der aufgrund seiner bestimmten Zielsetzung, Struktur und Relevanz gewisse Ansprüche an Form, Art und Relevanz des Datenmaterials stellt. Dieser problemorientierten Determinante wohnt eine klare Tendenz zur kardinal gemessenen Größe inne, da die Verwendung solcher Größen die Voraussetzung dafür bildet, die Vorteile exakter mathematischer (insbesondere analytischer) Formalismen im ganzen Umfange auszunützen.

---

1) vgl. Kloidt, H., a.a.O., S. 297 f.; Kulhavy, E., Operations Research ..., a.a.O., S. 108

Insofern erfordert die Gewinnung bzw. Formulierung operationaler Daten in den meisten Fällen das Schließen eines "Kompromisses" zwischen Realitätsbezug und Problembezug. Eine oberflächliche Handhabung dieser zweiseitigen Abstimmung kann die positiven Ergebnisse der Verwendung mathematischer Verfahren insgesamt in Frage stellen.

2323 Die mathematische Erfassung struktureller  
Zusammenhänge

Zum Abschluß der mathematischen Formulierung der Problemkomponenten, die die Voraussetzung für die formallogische Bearbeitung eines betriebswirtschaftlichen Problems bildet,<sup>1)</sup> müssen die Beziehungen zwischen den mathematisch-operational formulierten Einflußgrößen symbolsprachlich abgebildet werden.

Die mathematische Verknüpfung zwischen den Einflußgrößen der betriebswirtschaftlichen Aufgabenstellung, d.h. zwischen endogenen bzw. exogenen Variablen und Parametern, erfolgt üblicherweise mit Hilfe des Funktionsbegriffes.<sup>2)</sup>

In Anlehnung an Sagoroff<sup>3)</sup> seien unter mathematischen Funktionen sowohl

a) determinierte streuungslose Gewißheitsfunktionen, bei denen die Werte zweier oder mehrerer Variablen, die

---

1) vgl. Rago, L.J., v., Die Anwendung des Operations Research im betrieblichen Wirtschaftsleben, in: Unternehmensforschung, hrsg. von S. Sagoroff und A. Adam, Würzburg 1960, S. 68 ff., hier: S. 69

2) vgl. Staehle, W.H., Kennzahlen und Kennzahlensysteme, Diss. München 1967, S. 46

3) vgl. Sagoroff, S., Die Anwendung der Statistik in der Nationalökonomie und der Physik, in: Statistische Vierteljahresschrift, Bd. VIII, Wien 1955, S. 160 f.

in Relation zueinander stehen, voneinander abhängig sind, als auch

- b) indeterminierte stochastische Wahrscheinlichkeitsfunktionen, die nur approximativ bestimmt werden können (Regression, Korrelation), verstanden.<sup>1)</sup>

Um die reale Struktur des betriebswirtschaftlichen Problems formallogisch abbilden zu können, müssen zunächst mathematisch funktionale Beziehungen im untersuchten Problem nachgewiesen werden.<sup>2)</sup> Dies erweist sich insbesondere für die Problemformulierung vermittelt analytischer Funktionskalküle als problematisch, da diese das Vorliegen determinierter Kausalzusammenhänge voraussetzen, die in den meisten betrieblichen Aufgabenstellungen schwer nachzuweisen sind.<sup>3)</sup>

Für die Konzeption einer funktional gegliederten Betriebswirtschaftslehre ergibt sich, daß mit zunehmender Entfernung vom Produktionsbereich auch der Determinierungsgrad der zugrundeliegenden strukturellen Zusammenhänge abnimmt. Je nach dem Stand der Technisierung des Produktionsablaufes können nahezu ausschließlich im Produktionsbereich der mathematischen Abbildung streng determinierte (kausalmechanische) Funktionszusammenhänge zugrundegelegt werden.<sup>4)</sup>

In den betriebswirtschaftlichen Funktionsbereichen, die vom menschlichen Entscheidungsverhalten beeinflusst und gesteuert werden, existieren in der Regel keine eindeutig determinierten Zusammenhänge. Vielmehr liegen hier

---

1) vgl. Kulhavy, E., Operations Research ..., a.a.O., S. 117

2) vgl. u.a. ebenda, S. 119 auch: Villers, R., Dynamic Management in Industry, Englewood Cliffs 1960, S. 59

3) vgl. Adam, A., Helten, E., Scholl, T., a.a.O., S. 8

4) Nach dem derzeitigen Stand der Forschung vgl. Kulhavy, E., Operations Research, a.a.O., S. 119

vorwiegend probabilistische Funktionen vor, die durch-  
aus eine mathematisch operationale Abbildung realer be-  
triebswirtschaftlicher Strukturen darstellen können:

"Wie bei den determinierten Kausalsystemen der ana-  
lytische Funktionskalkül einen geeigneten inten-  
sionalen Beschreibungsapparat liefert, so können  
wir im Fall statistischer Ätialsysteme mit dem mor-  
phometrischen Quantorenkalkül den extensionalen  
Aspekt des Verhaltens aktiver Organisationseinheiten  
erfassen."<sup>1)</sup>

Allerdings ist hierbei festzustellen, daß die so zu-  
standekommenden stochastischen Wahrscheinlichkeitsfunk-  
tionen einen wesentlich geringeren Operationalitätsgrad  
besitzen als deterministische Funktionen.

Bei Problemstellungen aus dem übergeordneten Funktions-  
bereich der Führung spielen dagegen in vielen Fällen  
nicht-prognostizierbare Zusammenhänge eine Rolle. Solche  
Verknüpfungen realer Einflußgrößen lassen sich nur als  
nicht näher determinierte allgemeine mathematische Funk-  
tionen schreiben. Abhängigkeiten dieser unbestimmten  
Form können in den klassisch-mathematischen (insbesondere  
analytischen), statistischen oder operations-research-  
Verfahren nicht verarbeitet werden.<sup>2)</sup> Ausschließlich die  
Methodik der Lernprozesse und des General Problem Solving  
gestatten eine im weitesten Sinne mathematische Behand-  
lung solcher Zusammenhänge.<sup>3)</sup>

Mit der mathematischen Erfassung der strukturellen Zu-  
sammenhänge zwischen den Einflußgrößen der betriebswirt-  
schaftlichen Aufgabenstellung endet der analytische Teil

---

1) Adam, A., Helten, E., Scholl, F., a.a.O., S. 8

2) vgl. zur Problematik insbes.: Blohm, H., Zur Frage  
des ..., a.a.O., S. 187

3) vgl. ebenda

des Transformationsprozesses. Die Komponenten des betriebswirtschaftlichen Problem es sind verballogisch erfaßt und analysiert und anschließend im Rahmen einer isolierenden, mathematischen Untersuchung in mathematisch operationale Form überführt worden. Sie sind nun unter den strukturierenden Aspekten der gewählten mathematischen Zielsetzung<sup>1)</sup> und der vorhandenen technologischen Bearbeitungsverfahren<sup>2)</sup> zu einem operablen mathematischen Modell der Wirklichkeit zu verdichten.

233 Die zweite Teilphase:

Die Konstruktion des operationalen mathematischen  
Modelles

2331 Das mathematische Modell

Üblicherweise bezeichnet man als Modell "eine durch isolierende Abstraktion gewonnene, vereinfachte Abbildung der Wirklichkeit".<sup>3)</sup> Es wird also versucht, mittels isolierender Abstraktion die komplexen realen Zusammenhänge "... auf ein vereinfachtes gedankliches Gebilde zu reduzieren".<sup>4)</sup> Zum Zwecke der Kommunikation bedarf dieses gedankliche Konstrukt des sinnfälligen Ausdruckes, der Symbolisierung. Je nach der hierzu verwendeten Ab-

- 
- 1) z.B. absolute Optima (Analytik), relative Optima (Simulation), strukturierende Abbildung - Maxima (oder Minima) (O.R.-Verfahren, insbes. auch Netzpläne usw.)
  - 2) Algorithmen der Analytik, verschiedene Verfahren des O.R. usw.
  - 3) Koller, H., Simulation als Methode ..., a.a.O., S. 95
  - 4) Kosiol, E., Modellanalyse ..., a.a.O., S. 319; vgl. auch: Soom, E., Die Anwendung quantitativer Methoden zum Lösen von Unternehmungsproblemen, in: Strukturwandlungen der Unternehmung, hrsg. v. H. Ulrich u. V. Ganz-Keppeler (Festschrift z. 70. Geb. v. Prof. Dr. E. Gsell) Bern/Stuttgart 1969, S. 245 ff., hier: S. 246

bildungstechnik bzw. dem verwendeten Ausdrucksmittel unterscheidet man verbale, mathematische oder mechanische Modelle.<sup>1)</sup>

Mathematische Modelle sind z.B. aus Variablen, Konstanten und diese verbindenden Relationen zusammengesetzte Systeme von (Un-) Gleichungen, vermittels derer ein bestimmter Realitätsausschnitt abgebildet wird.<sup>2)</sup> In der solchermaßen vereinfachenden Abbildungstechnik erschöpft sich jedoch nicht der Sinn der mathematischen Modellbildung. Modelle sind stets "Zweckkonstruktionen, die im Hinblick auf die Erreichung eines ganz bestimmten Zieles gebildet werden".<sup>3)</sup> Danach unterscheidet man als wichtigste Typen mathematischer Modelle:<sup>4)</sup>

- a) Erfassungsmodelle (Ermittlungs-, Beschreibungsmodelle, deskriptive Aussagesysteme): Bestimmte Größen sollen rechnerisch ermittelt werden.
- b) Erklärungsmodelle<sup>5)</sup> (empirisch-kognitive Aussagesysteme); "die pragmatische Funktion von Erklärungsmodellen liegt darin, daß - soweit ihre Sätze beeinflussbare Variable enthalten - sie bei gelungener Bestätigung der Hypothesen Aussagen über Auswirkungen menschlichen Handelns ermöglichen..."<sup>6)</sup>  
(vgl. z.B. die mathematische Produktions- und Kostentheorie).

---

1) vgl. Paulsson-Frenckner, T., a.a.O., S. 72 f.

2) vgl. Dreger, W., a.a.O., S. 167

3) Angermann, A., Unternehmerische Entscheidungen ..., a.a.O., S. 16; vgl. zu den mittels Modellbildung erreichbaren Zielen insbes. Soom, E., a.a.O., S. 246

4) vgl. auch: Schiemenz, B., Die mathematische Systemtheorie als Hilfe bei der Bildung betriebswirtschaftlicher Modelle, in: ZfB 1970, S. 769 ff., hier: S. 770 f.

5) über die "Erkenntnisfunktion" mathematischer Sätze siehe Kap. I

6) Grochla, E., Modelle als Instrumente ..., a.a.O., S. 389

- c) Entscheidungsmodelle (Alternativ- oder Optimalmodelle, praxeologische Aussagesysteme). "Sie enthalten neben den hinsichtlich einer Problemsituation relevanten Sätzen eines Erklärungsmodelles eine oder mehrere Zielsetzungen, die Randbedingungen der Gestaltungssituation, sowie Angaben von Entscheidungsvariablen."<sup>1)</sup>

Diese grundsätzliche Typisierung nach dem Zweck läßt sich wesentlich verfeinern, indem die drei Modelltypen nach Kriterien wie dem Determiniertheitsgrad,<sup>2)</sup> dem zeitlichen Bezug,<sup>3)</sup> der Komplexität der Daten und Strukturen<sup>4)</sup> oder der Methodik der zur Anwendung gelangenden mathematischen Verfahren<sup>5)</sup> klassifiziert werden.

Aus den exemplarisch aufgezeigten Systematisierungskriterien sind jedoch, weniger unter dem Gesichtspunkt der Typisierungsmöglichkeit mathematischer Modelle als vielmehr wegen ihrer strukturierenden Bedeutung für die Konstruktion des fallspezifischen mathematischen Modells, insbesondere zwei Kriterien hervorzuheben.

- 1) Der Zweck, der mit der Konstruktion des mathematischen Modelles erfüllt werden soll; er ist in zweifacher Hinsicht von besonderer Bedeutung.

Einerseits beeinflußt er wesentlich die Phase der mathematischen Fassung der betriebswirtschaftlichen Problemkomponenten, indem er für die problemspezifische Operationalität<sup>6)</sup> der mathematischen Ziel-,

---

1) Grochla, E., Modelle als Instrumente ..., a.a.O., S. 389; vgl. zur Typisierung: ebenda, S. 386 ff.

2) vgl. z.B. Kosiol, E., Modellanalyse ..., a.a.O., S. 323

3) vgl. ebenda

4) vgl. z.B. Lesourne, J., a.a.O., S. 34

5) z.B. analytische Modelle, Simulationsmodelle, Nullsummenspielmodelle, usw.

6) vgl. z.B. S. 132 ff.

Daten- und Strukturformulierung (-abbildung) ein bestimmtes Anspruchsniveau definiert.<sup>1)</sup> Auf der anderen Seite strukturiert die Zwecksetzung die Gestalt des zu errichtenden mathematischen Modelles.<sup>2)</sup>

- 2) Die Methodik der zur Anwendung gelangenden mathematischen Verfahren übt in ähnlicher Weise eine ambivalente Funktion aus: Je nach der zur Bearbeitung des mathematischen Modelles angewandten Verfahrenstechnik (Analytik, statistische Methoden, Methoden des OR usw.)<sup>3)</sup> müssen sowohl die Problemkomponenten als auch die Struktur des Gesamtmodells spezifisch geformt werden.

Erhebt man nun zusätzlich die für die Anwendbarkeit der Mathematik im betriebswirtschaftlichen Problembereich unabdingbare Forderung nach Isomorphie<sup>4)</sup> zwischen Modell- und Realstruktur, so stellt sich das Problem der Konstruktion eines adäquaten mathematischen Modells offenbar als technologisches Trilemma.

- 
- 1) so erfordert der Zweck: "Ermittlung der Stückkosten eines Produktes" das Vorliegen determinierter kardinal gemessener Größen und exakt definierter Strukturen (vgl. Problematik des Kostenverursachungsprinzipes); die Zieldefinition ist in diesem Falle problemlos.
  - 2) Der Ermittlungszweck erfordert im Beispiel die Errichtung eines deterministischen Modelles. (Obwohl heute auch stochastische Modelle zu aussagefähigen Ergebnissen führen)
  - 3) zur Einteilung und Abgrenzung vgl. Punkt 1412 dieses Kapitels
  - 4) vgl. Kosiol, E., Modellanalyse ..., a.a.O., S. 321 ff.

### 2332 Die Modellkonstruktion als trivalentes technologisches Problem

---

Bei oberflächlicher Betrachtung erscheint das technische Problem, ein mit der Realität isomorphes mathematisches Modell zu konstruieren als rein von der Struktur der Realität und den auffindbaren Modellstrukturen abhängig, da der Isomorphiebegriff relationistisch definiert ist.<sup>1)</sup> Bei exakter analytischer Betrachtung stellt sich dagegen heraus, daß im Rahmen der Interdependenz der realen Problemkomponenten außer der strukturellen Situation auch die Ziel- und die Datensituation des Realproblems auf die Strukturgleichheit zwischen Modell und Realität einwirken. Zudem sind für die Konstruktion eines operablen mathematischen Modelles gleichzeitig stets die Aspekte Zweckorientierung des Modelles und anzuwendende mathematische Methodik zu beachten, da ohne die entsprechende Berücksichtigung dieser Kriterien die Schaffung eines isomorphen Modelles zwar erleichtert, aber wegen der Aufgabe des Operationalitätsaspektes zum Selbstzweck, d.h. in diesem Zusammenhang sinnlos würde.<sup>2)</sup>

Für die Konstruktion eines operablen isomorphen mathematischen Modelles sind also zunächst als grundsätzliche Gesichtspunkte der Operationalität die Zweckbeziehung der Modellbildung und ein im Hinblick auf diese praktizierbares mathematisches (Bearbeitungs-) Verfahren zu postulieren. Auf dieser Basis sind sodann die analytisch gewonnenen mathematisch formulierten Problemkomponenten zu einem Modell zu verdichten, welches die betriebswirtschaftliche Problemstellung isomorph abbildet. Zu diesem Zweck sind die Problemkomponenten<sup>3)</sup> analog zur beobach-

---

1) vgl. die Definition der Isomorphie in Kap. 1, Pkt. 3121

2) vgl. Angermann, A., Unternehmerische Entscheidungen ..., a.a.O., S. 17

3) endogene, exogene Variable, Parameter, Ziele und partielle funktionale (strukturelle) Zusammenhänge

teten Wirklichkeit zueinander in Beziehung zu setzen. Durch bestimmte Kombinationen der Komponenten inform von Verhaltens-,<sup>1)</sup> technischen<sup>2)</sup> oder institutionalen<sup>3)</sup> Relationen und Identitäten<sup>4)</sup> wird unter Beachtung der Basispostulate Zwecksetzung und methodischer Praktikabilität ein mathematisches Abbild der betriebswirtschaftlichen Realität geschaffen.<sup>5)</sup> Um diese Strukturgleichungen<sup>6)</sup> operational zu gestalten, müssen die Problemkomponenten einen bestimmten (aufgabenspezifisch festzulegenden) Operationalitätsgrad bezüglich der syntaktischen Verarbeitung besitzen.

Aufgrund dieser Zusammenhänge läßt sich die Konstruktion des zweckdienlichen isomorphen mathematischen Modells als trivalentes Problem bezeichnen, das durch die Operationalität der mathematisch erfaßten Problemkomponenten, durch die Zweckorientiertheit des Modelles, und die zur Anwendung vorgesehene Methodik<sup>7)</sup> technologisch determiniert wird.

Um zu einem operablen und insbesondere isomorphen mathematischen Modell eines betriebswirtschaftlichen Problems zu gelangen, bestehen in rein technischer Hinsicht zwei Möglichkeiten.

Im einfacheren Falle existiert im bekannten Spektrum mathematischer Modelle (und dazugehöriger Methoden) bereits eine Konstruktion, die der betriebswirtschaftlichen

---

1) z.B. Nachfragefunktionen

2) z.B. Produktionsfunktionen

3) z.B. bestehende Rechtsverordnungen

4) vgl. Definitionen wie: Umsatz = Preis x Menge  
vgl. hierzu: Kyrer, A., Das Werkzeug der Nationalökonomie, Wien/Stuttgart 1964, S. 84

5) vgl. auch Scherer, F., a.a.O., S. 89 f.

6) Zu "Strukturgleichungen" bzw. "Ungleichungen" vgl. Henn, R., Ökonometrie ..., a.a.O., S. 51

7) dazu treten noch die Interdependenzen zwischen diesen drei Determinantenebenen.

Aufgabenstellung hinsichtlich der Variablen und Konstanten und aller strukturellen Beziehungen formal entspricht.<sup>1)</sup> Im anderen Falle liegt ein solches der realen Problemstellung isomorphes Modell nicht vor. In synthetischer Konstruktion ist ein "neues" mathematisches Modell zu entwickeln, welches insbesondere die Struktur des betriebswirtschaftlichen Problem es exakt wieder spiegeln muß. Während im ersten Falle nach der Definition des zu erfüllenden Zweckes und der anzuwendenden Methodik<sup>2)</sup> die Erstellung eines operablen isomorphen Modelles vornehmlich dadurch determiniert ist, ob und wie sich die Problemkomponenten (Variable, Konstante und Relationen) in die vorhandene mathematische Struktur isomorph integrieren lassen, d.h. inwieweit die Problemkomponenten aufgabenspezifisch operational sind, tritt im Falle der Modellneukonstruktion der mehrdimensionale Charakter der Modellbildung deutlich hervor. Neben die Dimension der Operationalität des Modellinputs treten als weitere Konstruktionsdeterminanten explizit die Zwecksetzung, um derer willen die mathematische Modellierung erfolgt, und die verfahrenstechnische Praktikabilität des Modelles.<sup>3)</sup> Die Konstruktion des operationalen isomorphen Modelles wird hier in technologischer Hinsicht durch eine vorzunehmende Abstimmung der oben genannten drei Problemdeterminanten bestimmt, wobei allerdings auch hier unter dem Aspekt des Isomorphiepostulates insbesondere strukturelle Operationalitätskriterien den Orientierungspunkt für die Abstimmung liefern, denn auch in technologischer Sicht bildet das Isomorphiepostulat

---

1) vgl. auch: Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 99

2) in der Regel sind Zweck und Methodik eng verknüpft

3) Wobei diese zweite Bedingung nicht an mathematische Modelle zu stellen ist, die lediglich Abbildungszwecken dienen.

das zentrale Kriterium für eine zulässige Verwendung der Mathematik im Objektbereich der Betriebswirtschaftslehre.<sup>1)</sup>

#### 234 Die dritte Teilphase:

Die Prüfung des mathematischen Modelles als Abschluß des Transformationsprozesses

Im Hinblick auf die Konstruktion eines mathematischen Modelles für eine bestimmte betriebswirtschaftliche Problemstellung wurden grundsätzlich zwei Möglichkeiten unterschieden, die nicht nur die Konstruktionsproblematik kennzeichnen, sondern auch die Phase der Prüfung des Modelles beeinflussen.<sup>2)</sup> Eine Möglichkeit besteht darin, aus dem Spektrum bekannter mathematischer Modelle dasjenige zu ermitteln, welches in datenmäßiger und struktureller Hinsicht in der Lage ist, das reale betriebswirtschaftliche Problem isomorph abzubilden.<sup>3)</sup> Möglichkeiten für die Anwendung dieser Methode finden sich insbesondere im Bereich begrenzter betrieblicher Teilprobleme. Zum anderen besteht die Möglichkeit der synthetischen Neuentwicklung fallspezifischer Modelle,<sup>4)</sup> die insbe-

1) vgl. Kade, G., Die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 49

2) vgl. Dreger, W., a.a.O., S. 175

3) Unkritische Handhabung dieser Möglichkeit führte dazu, daß die realen Problemkonstellationen den Erfordernissen des vorhandenen mathematischen Modelles angepaßt wurden, was in mehrfacher Hinsicht zu unbrauchbaren Ergebnissen führte. Vielfach ist die Ablehnung mathematischer Verfahren in der Betriebswirtschaftslehre auf diesen technologischen Fehler zurückzuführen.

4) Die zum großen Teil äußerst komplexen Vorgänge und Sachverhalte im Objektbereich der Betriebswirtschaftslehre führten daher (insbesondere in den letzten drei Jahrzehnten) zu einer raschen Neuentwicklung spezieller mathematischer Modelle und Methoden (z.B. O-R-Verfahren, Simulationsmodelle)

sondere dann erforderlich wird, wenn die realen Problemstellungen sowohl in datenmäßiger als auch in struktureller Hinsicht sehr komplex sind.

Für den Fall, daß die reale Problemstruktur vermittels einer bereits bekannten mathematischen Struktur abgebildet und mit einer bekannten mathematischen Methode bearbeitet werden kann, ist eine Prüfung des mathematischen Modellansatzes bzw. seiner Operationalität unter technischen Gesichtspunkten selten erforderlich. Die technische Konsistenz solcher gebräuchlicher Modellansätze und Verfahren wird allgemein nicht in Zweifel gezogen. Die Prüfung erstreckt sich daher hier lediglich auf die Inputseite des mathematischen Modells, wobei unter dem Isomorphieaspekt insbesondere die Operationalität und die Konsistenz der Modellkomponenten zu untersuchen sind.

Verkörpert das vorliegende mathematische Modell dagegen eine fallspezifische Neuentwicklung, so muß zur Prüfung der Konsistenz und Operationalität der Problemkomponenten zusätzlich eine Prüfung des "technischen Apparates" des Modells treten. Hierbei lassen sich zwei Teilphasen unterscheiden. In der ersten wird das Modell gewissermaßen als Momentaufnahme des Realitätsausschnittes betrachtet, während die zweite der zweckhaften Bestimmung der Modellverwendung Rechnung trägt. Beide Teilphasen beeinflussen sich gegenseitig.

#### 2341 Die Prüfung des mathematischen Modellansatzes

Als Ziel des Transformationsprozesses wird die Errichtung eines mathematischen Modelles bezeichnet, welches dem Postulat der aufgabenspezifischen Operationalität und, als Voraussetzung für die Zulässigkeit der Verwendung der Mathematik, dem der Isomorphie genügen soll. Als Komponenten des mathematischen Modelles erscheinen die Einfluß-

größen des realen Problems in ihrer mathematischen Form als Variable, Konstante und Relationen jeweils verschiedenen Typs.<sup>1)</sup>

Die Modellprüfung hat nun zu untersuchen, ob<sup>2)</sup>

- 1) der einmal gewählte Modellstandard (hinsichtlich Genauigkeit, Verlässlichkeit usw.) für die gesamte Modellkonstruktion beibehalten wird (Konsistenz der Ziele, Daten und relationistischen Strukturen)
- 2) alle "wichtigen" Variablen und Konstanten in das Modell einbezogen werden,<sup>3)</sup> und ob
- 3) die Beziehungen zwischen den realen Größen im mathematischen Modell isomorph wiedergegeben werden.<sup>4)</sup>

Die Prüfung des zunächst nur statisch betrachteten Modells erstreckt sich also auf die Konsistenz, die Vollständigkeit und die Isomorphie des mathematischen Konstruktes. Verläuft die Prüfung dieser Kriterien positiv, so kann das betrachtete Modell als isomorphes zweckgerichtetes (und symbolisiertes) Abbild eines spezifischen Realitätsausschnittes bezeichnet werden. Um diesem Modell auch Praktikabilität<sup>5)</sup> für die Erfüllung des in der Zielprojektion definierten Zweckes zuschreiben zu können, ist in einem nächsten Schritt seine "mathematische Operationalität" zu prüfen.

---

1) vgl. Müller, W., Technik und ..., a.a.O., S. 610 f.

2) vgl. hierzu analog: Soom, E., a.a.O., S. 246

3) vgl. auch Hitch, Ch., Mc Kean, R., Suboptimization in Operations Research, in: O-R for Management, Vol. I 1954, S. 171 ff.

4) vgl. Kulhavy, E., Operations Research ..., a.a.O., S. 124; auch: Müller, W., Technik und Leistungsfähigkeit ..., a.a.O., S. 612

5) vgl. Soom, E., a.a.O., S. 247

2342 Die Prüfung der mathematischen Operationalität  
des Modellansatzes

---

Sieht man von den Fällen ab, in denen mathematische Modelle nur zur Abbildung der Wirklichkeit verwendet werden, so impliziert ein mit der Modellbildung verfolgter, im weitesten Sinne heuristischer Zweck eine syntaktisch-rechnerische Bearbeitung des Modellansatzes. Dabei ist nun zu untersuchen, inwieweit der bereits auf Konsistenz und Isomorphie geprüfte Modellansatz den für die Erreichung des Modellierungszweckes erforderlichen mathematischen Operationen genügt. Wenn dem betriebswirtschaftlichen Problem eine bereits bekannte mathematische Modellstruktur zugrundegelegt werden kann, kann diese Teilprüfung im allgemeinen entfallen. Die bekannten Modellansätze korrespondieren in den meisten Fällen mit einer spezifischen, bereits erprobten Methodik.

Zu wesentlicher Bedeutung gelangt die Operationalitätsprüfung des Modellansatzes bzw. ihr Ergebnis dagegen dann, wenn aufgabenspezifische Neuentwicklungen von Modellen vorliegen. Hier ist im Rahmen der Prüfung der mathematischen Operationalität des konstruierten Modellansatzes zu prüfen, ob er die Anwendung geeigneter mathematischer Operationen gestattet, die sowohl den problem-spezifischen Tatbeständen Rechnung tragen als auch dem verfolgten "Mathematisierungszweck" dienlich sind. Im allgemeinen liegen zwischen Modellansatz und anzuwendender Verfahrenstechnik auch in diesem Falle enge Interdependenzen vor, da die methodische Operationalität eine wesentliche Determinante des Problems der Modellneukonstruktion darstellt. Liegt das mathematische Modell z.B. inform eines Systems von Gleichungen und Ungleichungen vor, so bilden die Methoden der Analytik das geeignete Instrumentarium zur weiteren mathematischen Bearbeitung des Modelles. Daraus ist ersichtlich, daß die Form des

Modellansatzes die mathematische Lösungstechnik zumindest teilweise bereits determiniert. Umgekehrt beeinflusst eine angestrebte Bearbeitungsmethodik die Konstruktion des Modellansatzes.

Damit erweist sich das Problem der Algorithmenfindung,<sup>1)</sup> d.h. der Wahl einer geeigneten Bearbeitungsmethode als integratives Teilproblem der mathematischen Modellbildung; die zur Bearbeitung des mathematischen Modelles erforderlichen Rechenvorgänge bilden bereits für die Konstruktionsphase einen wesentlichen Parameter. Wollte man allerdings den Begriff der mathematischen Operationalität eines Modellansatzes pauschal mit der Existenz eines zu seiner Bearbeitung geeigneten Algorithmensystems gleichsetzen, so bedeutet dies eine unzulässige Einschränkung der Operationalität auf den Sektor Analytik. Gerade in der Analytik existieren für die Modellkonstruktion und -bearbeitung enge Grenzen, da die zulässige Anzahl von Variablen und Parametern ebenso wie die Zahl der verfügbaren Lösungsalgorithmen beschränkt ist.<sup>2)</sup> Dieser "Engpaß" wird durch die Entwicklung der verschiedenen Techniken des Operations Research<sup>3)</sup> und insbesondere der Simulationstechniken<sup>4)</sup> überwunden.

- 1) vgl. zum Algorithmus-Begriff: Jirasek, J., Mai, D., a.a.O., S. 25, Klein, H.K., a.a.O., S. 32 f., Moxter, A., Grenzen der Verfahrensforschung (Operations Research) im betriebswirtschaftlichen Bereich, in: Der österreichische Betriebswirt 1963, S. 181 ff., hier: S. 187
- 2) vgl. Müller, W., Technik und Leistungsfähigkeit ..., a.a.O., S. 607
- 3) vgl. zur Operationalität der O.R.-Verfahren z.B. Krelle, W., a.a.O., S. 10 ff., insbes. S. 27 ff.; Weber, H.H., Einführung in Operations Research, Frankfurt/M. 1972, S. 2 ff. (Weber differenziert als Lösungstechniken: Algorithmik, Heuristik und Simulation)
- 4) vgl. z.B. Grochla, E., Modelle als Instrumente ..., a.a.O., S. 390; Koller, H., Simulation ..., a.a.O., S. 99; Müller, W., Technik und Leistungsfähigkeit ..., a.a.O., S. 607

Gewissen Einfluß auf die Operationalität mathematischer Modelle nahm und nimmt die Entwicklung der elektronischen Datenverarbeitung.<sup>1)</sup> Die Anwendung von Computern gestattet die Durchführung syntaktischer Operationen an komplexen und äußerst komplexen Modellen,<sup>2)</sup> wodurch m.E. auch Totalmodelle in den Bereich mathematischer Operationalität rücken könnten.

Auch bei der Prüfung der Operationalität des Modellansatzes sind analog zur Modellkonstruktion die Interdependenzen zwischen Methodik, Zwecksetzung des Modelles und Formulierung der Problemkomponenten nicht außer acht zu lassen. Wiewohl die statische Prüfung des Modellansatzes die anderen Kriterien bereits vorab prüft, so sei doch auf die gegenseitigen Ausstrahlungseffekte und Verknüpfungen beider Teilphasen der Modellprüfung verwiesen.

## 24 Der abgeschlossene Transformationsprozeß als Basis der mathematischen Weiterverarbeitung betriebswirtschaftlicher Probleme

### 241 Die mathematische Ergebnisfindung

Nach Abschluß des Transformationsprozesses wird der entstandene Modellansatz der eigentlichen mathematischen Bearbeitung, d.h. den zielgerichteten syntaktischen Operationen unterzogen.<sup>3)</sup> Allerdings zeigen die vorangegangenen Untersuchungen, daß die betriebswirtschaftlich

---

1) vgl. Müller, W., Technik und Leistungsfähigkeit ..., a.a.O., S. 607 f.

2) vgl. Blohm, H., Zur Frage ..., a.a.O., S. 185 f.

3) vgl. z.B. Jenkins, G.M., a.a.O., Capt. 4 "Operation"

relevanten Entscheidungen über die mathematische Verfahrenstechnik und damit auch über Gestalt, Art und Exaktheit der Ergebnisse bereits bei der Modellbildung, d.h. im Transformationsprozeß gefällt werden. Die rein mathematischen, technisch-syntaktischen Vorgänge der Lösungssuche und Ergebnisfindung sind dagegen nicht Gegenstand betriebswirtschaftlicher Untersuchungen; sie sind im Rahmen der logischen Konsistenz mathematischer Verfahren bereits vorprogrammiert<sup>1)</sup> und entziehen sich daher realwissenschaftlicher Kritik.

#### 242 Die Interpretation der Kalkülergebnisse

##### 2421 Die "Retransformation"

Den Abschluß der mathematischen Bearbeitung betriebswirtschaftlicher Aufgabenstellungen bildet die Interpretation der syntaktisch ermittelten Ergebnisse. So verschiedenartig diese in Abhängigkeit von Problemstellung und Verfahrenstechnik ausfallen, die Voraussetzung für ihre Auswertung ist in jedem Falle zunächst die Retransformation des kalkülsprachlichen Resultats in die verbale Fachsprache.<sup>2)</sup>

Für diese Retransformation und die nachfolgende Interpretation sind außer formalwissenschaftlichen auch betriebswirtschaftliche Aspekte maßgebend. Durch die Retransformation der Resultate des Kalküls wird ihre semantische Beziehung zur betriebswirtschaftlichen Realität hergestellt. Erst die Retransformation gestattet die

---

1) vgl. auch: Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 91: "apriorische Gültigkeit"

2) vgl. z.B. Churchman, C.W., Ackoff, R.L., Arnoff, E.L., Operations Research, Wien/München 1966, S. 23 ff.

Verwendung mathematisch gewonnener Ergebnisse im realen Objektbereich.

Im Regelfall ist die Rückübersetzung und damit die semantische Dimension der Kalkülergebnisse bereits durch die Wahl des Modellansatzes (und der Prämissen) und die angewandte Bearbeitungsmethode weitgehend determiniert, so daß die sprachlogische Retransformation der Resultate relativ gebundenen Charakter aufweist.

In der Praxis sind Retransformation und Auswertung der Kalkülresultate miteinander verknüpft; zum Zwecke der klaren Analyse wird die eigentliche Phase der Auswertung jedoch gesondert betrachtet.

#### 2422 Die Auswertung der Kalkülergebnisse

Die betriebswirtschaftliche Auswertung der Kalkülergebnisse entspricht in formaler Hinsicht weitgehend der gleichbezeichneten Phase im verballogischen Problemlösungsprozeß.<sup>1)</sup> Verballogisch ermittelte Problemlösungen müssen ebenso wie die mathematisch ermittelten einer Auswertung unterzogen werden. Insofern stellt diese Auswertung nichts für die in der Betriebswirtschaftslehre angewandte Mathematik artspezifisches dar. Die Kriterien, anhand derer hierbei sowohl verbalsprachlich als auch formalsprachlich ermittelte Resultate von Problemlösungsprozessen beurteilt werden, stammen aus der Betriebswirtschaftslehre.<sup>2)</sup>

Für mathematisch gewonnene Ergebnisse tritt neben solche substantiellen Aspekte noch ein formalwissenschaftlicher Aspekt. Er liefert eine technische Determinante für die

---

1) vgl. hierzu Kap. 2, Pkt. 22 der vorliegenden Arbeit

2) z.B. Rentabilitäts-, Liquiditäts-, Produktivitätskriterien usw.

Auswertung der Ergebnisse, indem er über eine kritische Analyse der Technik von Modellansatz und Methodik exakte Aussagen über Aussagefähigkeit (Relevanz),<sup>1)</sup> Gültigkeit und Verlässlichkeit der Ergebnisse erlaubt.<sup>2)</sup> So können die Ergebnisse z.B. mittels eines Konfidenzintervalles hinsichtlich ihrer Geltungsbreite genau definiert werden. Dadurch kann der formalwissenschaftliche Aspekt dazu beitragen, Problemlösungsergebnisse auf eine vergleichsweise objektive Beurteilungsbasis zu stellen.

## 25 Die sprachlogische Transformation als Kriterium für die Zulässigkeit der Mathematikanwendung

Die analytische Untersuchung der mathematischen Behandlung betriebswirtschaftlicher Problemstellungen zeigt, daß die sprachlogische Problematik der Anwendung der Mathematik in der Betriebswirtschaftslehre offenbar in der Umwandlung der ökonomischen in eine mathematische Aufgabenstellung liegt. Technische oder sprachlogische Kriterien, die die Anwendbarkeit der Mathematik in der Betriebswirtschaftslehre beeinflussen, d.h. beschränken oder verbieten können, sind daher offensichtlich in diesem Bereich des Mathematisierungsprozesses zu suchen.<sup>3)</sup>

Die anderen Teilphasen dieses Prozesses betreffen die Anwendbarkeitsfrage nur indirekt über ihre allgemeine Interdependenz. So bildet die verbale Aufgabenanalyse

---

1) vgl. Weber, H.H., a.a.O., S. 2 ff.

2) Diese Determinante gipfelt in der trivialen Feststellung, daß Resultate einer mathematischen Berechnung nicht gültiger, verlässlicher und aussagefähiger sein können, als die zu ihrer Gewinnung herangezogenen Daten. Vgl. Soom, E., a.a.O., S. 246

3) vgl. dazu auch: Weber, H.H., a.a.O., S. 1 ff.

zwar die Ausgangsbasis für die mathematische Modellierung, sie findet jedoch bei jedem Problemlösungsprozeß statt und ist daher nicht ausschließlich für die Anwendung mathematischer Methodik typisch. Die syntaktisch-rechnerische Bearbeitung des mathematischen Modelles ist aufgrund ihrer logischen Determination nahezu ausschließlich Gegenstand formalwissenschaftlicher Untersuchungen. Die abschließende Interpretation der mathematisch ermittelten Ergebnisse wird weitgehend bereits durch Entscheidungen innerhalb des Transformationsprozesses determiniert.

Demzufolge zeigt nur der Transformationsprozeß i.e.S. direkte Relevanz für die Beantwortung der Frage nach der Zulässigkeit der Anwendung mathematischer Verfahren in der Betriebswirtschaftslehre. Das Ziel der Transformation bestand nach der mathematisch-operationalen Formulierung der Problemkomponenten in der Errichtung eines mathematischen Modelles, welches notwendigerweise den technischen Forderungen der Isomorphie und aufgabenspezifischer Operationalität<sup>1)</sup> genügen muß, um methodologisch zulässig und teleologisch sinnvoll zu sein.

Demzufolge verkörpern diese Forderungen zugleich die technischen Kriterien, die über den sprachlogischen Transformationsprozeß die Zulässigkeit der Mathematik-anwendung determinieren.<sup>2)</sup>

---

1) vgl. Weber, H.H., a.a.O., S. 277. Diese Operationalität impliziert auch die Relevanz der ableitbaren Aussagen.

2) vgl. auch: Scherer, F., a.a.O., S. 251 ff.

251 Die Determinanten des Transformationsprozesses als  
technische Kriterien der Zulässigkeit der  
Mathematikanwendung

---

Angesichts der konditionalen Verknüpfung zwischen korrekter Durchführung der sprachlogischen Transformation und der Zulässigkeit der Mathematikverwendung seien die technischen Determinanten des Transformationsprozesses in ihrer Eigenschaft als "Zulässigkeitskriterien" der Mathematikanwendung dargestellt.<sup>1)</sup>

2511 Die Operationalität aller Aufgabenkomponenten

Als Aufgaben-/Problemkomponenten wurden bezeichnet:<sup>2)</sup>

- a) Ziele bzw. Zweck der Aufgabenstellung,
- b) Daten (endogene, exogene Variable und Konstante),
- c) partielle strukturelle Verknüpfungen und die Gesamtstruktur.

Die Anwendung der einzelnen syntaktischen Verfahrenstechniken der Mathematik fordert jeweils eine bestimmte Form bzw. Fassung der Aufgabenkomponenten, die vornehmlich den spezifischen operativen Zwecken entsprechen muß. In Abschwächung der Maximalforderung der kardinalen Quantifizierbarkeit wird für die notwendige mathematische Symbolisierung das Postulat der mathematischen Operationalität aufgestellt.<sup>3)</sup>

---

1) vgl. Scherer, F., a.a.O., S. 156 ff.; Weber differenziert anders, indem er die Zulässigkeit der Mathematikverwendung als von der Operationalität der Transformation abhängig bezeichnet, die jedoch durch ähnliche Determinanten wie die obigen beschrieben wird. (vgl. Weber, H.H., a.a.O., S. 2 ff.; auch: Conradi, J., Operationsanalytische Modelle der Kapazitätsdisposition aus produktionstheoretischer Sicht, Diss. München 1973, S. 8)

2) vgl. z.B. Koller, H., Simulation ..., a.a.O., S. 98

3) vgl. Punkt 2322 der vorliegenden Arbeit

Diese Forderung ist je nach spezifischer Aufgabenstellung unterschiedlich durch die Parameterkomplexe:

- Ziel der Aufgabenstellung,
- Relevanz des Datenmaterials,
- Modellstruktur und die
- anzuwendende Methodik

definiert. Durch diesen problemorientierten Operationalitätsbegriff wird die der spezifischen Problemstruktur adäquate (Er-)Fassung des Datenmaterials gesichert.

Nichtsdestoweniger werden durch diese begriffsbedingte Liberalisierung des Zwanges zu mathematisch-operativer Symbolisierung die traditionellen Meß- und Bewertungsprobleme<sup>1)</sup> keineswegs aufgehoben.<sup>2)</sup> Zwar unterbindet der flexiblere Operationalitätsbegriff eine "gütemäßige" Redundanz der mathematischen Aufbereitung der Problemkomponenten, indem er nicht grundsätzlich kardinale Meßbarkeit postuliert,<sup>3)</sup> sondern auch ordinale und nominale Skalen akzeptiert,<sup>4)</sup> dadurch können aber nicht die natürlichen Wesensmerkmale der betriebswirtschaftlichen Phänomene beeinflußt werden, die sich in weiten Bereichen auch ordinaler, in vielen Fällen sogar nominaler Messung entziehen.<sup>5)</sup> Der reale Objektbereich mit seinen komplizierten Zusammenhängen, Ungewißheiten, Präferenzvorstellungen und Qualitäten beschränkt die Anwendung der reellen Zahlen als mathematisch-operationale Symbolisierung der Problemkomponenten.<sup>6)</sup>

Das Kernproblem der operationalen Formulierung der Aufgabenkomponenten besteht folglich nach wie vor in der

---

1) vgl. z.B. Staehle, W.H., a.a.O., S. 47 ff.; Zum Messen insbes. Kircher, P., a.a.O., S. 588 ff.

2) vgl. Koller, H., a.a.O., S. 96

3) vgl. z.B. Zimmermann, H.J., a.a.O., S. 33

4) vgl. insbesondere die Erfordernisse für Simulationsmodelle

5) vgl. Zimmermann, H.J., a.a.O., S. 54

6) vgl. Henn, R., Möglichkeiten ..., a.a.O., S. 77

Problematik des Messens, d.h. der Quantifizierung (im weitesten Sinne) betriebswirtschaftlicher Vorgänge und Sachverhalte.<sup>1)</sup> Insbesondere bestehen in diesem Zusammenhang Schwierigkeiten darin, tatsächlich alle Komponenten der Aufgabenstruktur, d.h. z.B. auch relative Abhängigkeiten<sup>2)</sup> alpha-numerisch abzubilden.

Von einer genaueren Untersuchung dieser Fragen der direkten oder indirekten Meßtechnik,<sup>3)</sup> der damit verbundenen Fehlerquellen<sup>4)</sup> und der (ersatzweisen) Schätzung<sup>5)</sup> muß hier abgesehen werden. Es sei lediglich auf die hervorragende Bedeutung der Entwicklung der Quantifizierungsverfahren im weitesten Sinne für die mathematisch-operationale Formulierbarkeit realer Aufgabenkomponenten und damit für die Zulässigkeit der Mathematikverwendung im betriebswirtschaftlichen Objektbereich verwiesen.<sup>6)</sup>

Aus diesen Überlegungen ergibt sich, daß die zulässige Verwendung der Mathematik in Abhängigkeit von der zu fordernden Operationalität der Problemkomponenten von den drei Parameterbereichen:

- a) ontologischer Charakter der Problemkomponenten<sup>7)</sup>
- b) Stand der Meß-, Bewertungs- und Schätztechnik
- c) aufgabenspezifisch definierte Operationalität

---

1) vgl. auch Kloidt, H., a.a.O., S. 297 ff.

2) vgl. Zimmermann, H.J., a.a.O., S. 54 f., auch: Hasenack, W., Betriebliches Rechnungswesen als Führungshilfe, in: Koller, H./Kicherer, H.P. (Hrsg.), Probleme der ..., a.a.O., S. 210 ff., hier: S. 210

3) vgl. z.B. Staehle, W.H., a.a.O., S. 47 ff., insbes. S. 48 ff.; Zimmermann, H.J., a.a.O., S. 94 ff.

4) vgl. ebenda, S. 71 f.; Bloech, J., Die Fehlerrechnung als Hilfsmittel der betrieblichen Planung, in: ZfbF 1969, S. 347 ff. hier: S. 350 ff.; auch Szyferski, N., Zur Problematik ..., a.a.O., S. 67 ff.

5) vgl. z.B. Zimmermann, H.J., a.a.O., S. 94

6) vgl. auch ebenda, S. 93

7) z.B. qualitativ, kardinal meßbar, zählbar usw.

und den dazwischen liegenden Interdependenzen determiniert wird.<sup>1)</sup>

## 2512 Die Isomorphie von Real- und Modellstruktur

Das Postulat der Isomorphie (als Spezialfall der Homomorphie<sup>2)</sup>) wurde bereits vom wissenschaftstheoretischen Standpunkt aus eingehend untersucht. Dabei erwies sich das Vorliegen der Isomorphie, "d.h. der Strukturgleichheit von logischer und ontologischer Sphäre"<sup>3)</sup> als methodologische Grundvoraussetzung für die Zulässigkeit der instrumentalischen Verwendung der Mathematik in der Betriebswirtschaftslehre.<sup>4)</sup> Die Untersuchung des Transformationsprozesses ergab, daß die Berücksichtigung des Isomorphiepostulates bei der Konstruktion operabler mathematischer Modelle gleichfalls ein technisches Problem verkörpert.<sup>5)</sup>

Für die Errichtung eines isomorphen (operablen) Kalkülmodelles ist grundsätzlich die Übereinstimmung des Realitätsausschnittes mit beiden Bestimmungsstücken des Kalküls<sup>6)</sup> erforderlich. Daher impliziert der Isomorphiebegriff nicht nur eine monistische Übereinstimmung der strukturellen Komponente des Realitätsausschnittes mit der des mathematischen Modelles, vielmehr deutet er über

---

1) vgl. Punkt 2322 der vorliegenden Arbeit

2) vgl. Kirsch, W., Entscheidungsprozesse II, a.a.O., S. 34; Pfanzagl, J., Theory of Measurement, a.a.O., S. 22 ff.

3) Kade, G., Die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 49

4) vgl. ebenda, S. 67 ff.; auch: Henn, R., Möglichkeiten ..., a.a.O., S. 77

5) vgl. hierzu: Angermann, A., Unternehmerische ..., a.a.O., S. 16 f.; Brand, H.W., a.a.O., S. 22; Zimmermann, H.J., a.a.O., S. 53 und S. 60

6) d.h. mit Elementen und Struktur (vgl. Kade, G., Die logischen Grundlagen ..., a.a.O., S. 67 f.)

die ebenfalls postulierte Kongruenz der Elemente die technische Mehrschichtigkeit des Isomorphieproblems an.

Die Bedeutung des technischen Zusammenwirkens von Kalkülelementen und Kalkülstruktur zur Erfüllung des Isomorphiepostulates<sup>1)</sup> zeigt sich bei der Modellkonstruktion. Gegenüber der Vielfalt möglicher verbalsprachlicher Ausdrucksmittel ist bei der Mathematik eine relative Armut an Ausdrucksformen festzustellen.<sup>2)</sup> Diese Verarmung an Ausdrucksmitteln und die an die Anwendbarkeit bestimmter mathematischer Methoden geknüpfte Notwendigkeit, das Datenmaterial zumindest teilweise zu quantifizieren<sup>3)</sup>, zeigen, worin das Isomorphieproblem vornehmlich begründet ist. Die mathematischen Ausdrucksmittel können der exakten Abbildung der subtilen Vielfalt ontologischer Phänomene nur dann gerecht werden, wenn der sprachlogischen Transformation eine Analyse vorausgeht, die den Realbereich in elementare, mathematisch abbildbare Komponenten aufspaltet.<sup>4)</sup> Ungenügende Modellentsprechungen finden daher in den meisten Fällen ihre Ursache in einer mangelhaften Analyse des ontologischen Objektbereiches (z.B. Vernachlässigung oder Fehleinschätzung einzelner Relationen oder reaktiver Abhängigkeiten).<sup>5)</sup>

Die exakte und detaillierte Analyse des abzubildenden Objektbereiches bildet deshalb eine wesentliche Vor-

---

1) vgl. Villers, R., a.a.O., S. 59

2) vgl. Koller, H., Simulation ..., a.a.O., S. 97

3) vgl. ebenda

4) vgl. z.B. Szyferski, N., Zur Problematik ..., a.a.O., S. 82; Zimmermann, H.J., a.a.O., S. 53; vgl. auch die Problematik der angeblich ausschließlichen Kausal-determiniertheit der Mathematik. Zum Problem Kausalprinzip versus Ätialprinzip in diesem Zusammenhang vgl.: Adam, A., Helten, E., Scholl, F., a.a.O., S. 25 ff.

5) vgl. Zimmermann, H.J., a.a.O., S. 54 ff.

aussetzung für die Errichtung isomorpher Modelle; auf ihr basiert die Möglichkeit, im synthetischen Modellbildungsprozeß oder im Rahmen einer Projektion auf eine vorhandene mathematische Struktur ein tatsächlich isomorphes Modell der Realität erarbeiten zu können. Die Isomorphie dieses Modelles mit der Realstruktur ist aber Grundvoraussetzung für den Erhalt gültiger Ergebnisse,<sup>1)</sup> und damit auch für die Zulässigkeit der Mathematik-anwendung überhaupt.<sup>2)</sup>

Aus diesen Überlegungen ergibt sich, daß die Zulässigkeit der Verwendung der Mathematik in Abhängigkeit von der Erfüllung des Isomorphiepostulates technisch von der exakten Analyse der ontologischen Sphäre und von der Adäquanz des Instrumentariums mathematischer Ausdrucksmittel<sup>3)</sup> determiniert wird.

Die ohnehin problematische Aufstellung isomorpher mathematischer Modelle wird weiter kompliziert, wenn das Modell über syntaktische Operationen die Ermittlung spezifischer Ergebnisse gestatten soll. Dann muß das Isomorphieproblem im Zusammenhang mit dem Operationalitätsproblem gelöst werden.

#### 2513 Die mathematische Operationalität des (isomorphen) Modellansatzes

---

In der Regel dient das in der Betriebswirtschaftslehre angewandte mathematische Instrumentarium der Erarbeitung bestimmter Resultate.<sup>4)</sup> Zu diesem Zweck werden an einem

1) vgl. auch: Koller, H., a.a.O., S. 99

2) vgl. Fischer-Winkelmann, W.F., a.a.O., S. 96 f.

3) vgl. z.B. Brand, H.W., a.a.O., S. 22

4) vgl. Angermann, A., Unternehmerische Entscheidungen ..., a.a.O., S. 17; Gümbel, R., Rechnungswesen und Unternehmensforschung im Handel, in: Unternehmensforschung im Handel, hrsg. v. R. Gümbel, K.M. Brauer, H.-P. Liebmann, L. Müller-Hagedorn, Rüschlikon-Zürich 1969, S. 1 ff., hier: S. 15

Modellansatz, der die Realität mathematisch abbildet, solange bestimmte mathematische Umformungen vorgenommen, bis das projektierte Ergebnis ermittelt ist.

Um die Anwendung solcher mathematischer Operationen zu gestatten, muß der isomorphe Modellansatz in "zweckmäßiger" Weise strukturell gestaltet sein. In Analogie zu Minskys Operationalitätsbegriff<sup>1)</sup> wurde ein solcher Modellansatz, für den eine "Lösung" und ein Ergebnisermittlungsverfahren bekannt ist, als (mathematisch) operational bezeichnet.

Der Begriff mathematischer Operationalität beinhaltet folglich die Komponenten:

- a) operable Zielprojektion,<sup>2)</sup>
- b) zweckorientierte (isomorphe) Modellstruktur,
- c) zumindest ein bekanntes Ergebnisermittlungsverfahren.

Durch die Verknüpfung dieser Komponenten stellt der mathematische Operationalitätsbegriff technologisch den Zusammenhang zwischen dem Ziel der Aufgabenstellung und der methodischen Technik her, die zur Zielerreichung, d.h. zur Ermittlung des projektierten Ergebnisses erforderlich ist. Diese Verknüpfung manifestiert sich bei der Modellkonstruktion insofern, als daß das Operationalitätspostulat dabei eine bestimmte Modellstruktur fordert, die sowohl Ziel- als auch methodischen Aspekten Rechnung trägt.

---

1) "Ein Problem ist operational, wenn die Feststellung, ob eine hypothetische Problemlösung ein Element der die Extension der Problemdefinition bildenden Menge von Elementen ist, keine Schwierigkeit bildet."  
(Minsky, M., a.a.O., S. 408)

2) vgl. Minsky, M., a.a.O., S. 408 ff.

Bezüglich des im Einzelfall anzuwendenden Lösungsverfahrens<sup>1)</sup> impliziert das Postulat mathematischer Operationalität folgende grundsätzliche Sequenz in der Modellkonstruktion:

Das Ziel der Aufgabenstellung determiniert über das projektierte Ergebnis einen bestimmten Katalog von Methoden, die zur Ergebnisermittlung dienen können. Die einzelnen Ermittlungsmethoden stellen jeweils spezifische Ansprüche an die Beschaffenheit der Aufgabenkomponenten bzw. des bereits erstellten isomorphen Modellansatzes. Nur wenn sich die technologischen Erfordernisse der Methodik mit den technologischen Merkmalen des isomorphen Modellansatzes (Elemente und Struktur) vollständig zur Deckung bringen lassen, kann der vorliegende Modellansatz als mathematisch operational bezeichnet werden.<sup>2)</sup>

Die einzelnen, hier analytisch isolierten Schritte der Operationalisierung sind realiter als integrative Teile eines komplexen Abstimmungsprozesses zu sehen, der in hohem Maße vom Isomorphiepostulat beeinflusst wird. Die Forderung nach Strukturgleichheit von Realität und Modellansatz als grundsätzliche Rahmenbedingung für den gesamten Transformationsprozeß bildet die Begrenzung, innerhalb der Modellansatz und Methodik unter Operationalitätsaspekten einander anzupassen sind.

Die Operationalität des mathematischen Modellansatzes erweist sich als technische Voraussetzung für den Erhalt gültiger und relevanter Ergebnisse. Demzufolge bildet sie ebenso ein determinierendes Kriterium für die Zuläs-

---

1) Eine Systematisierung der bekannten Lösungsverfahren findet man bei: Dück, W., Bliefernich, M. (Hrsg.), o.Verf., a.a.O., S. 28 f. Zu Lösungstechniken der Simulation vgl. z.B. Mertens, R., a.a.O., S. 7

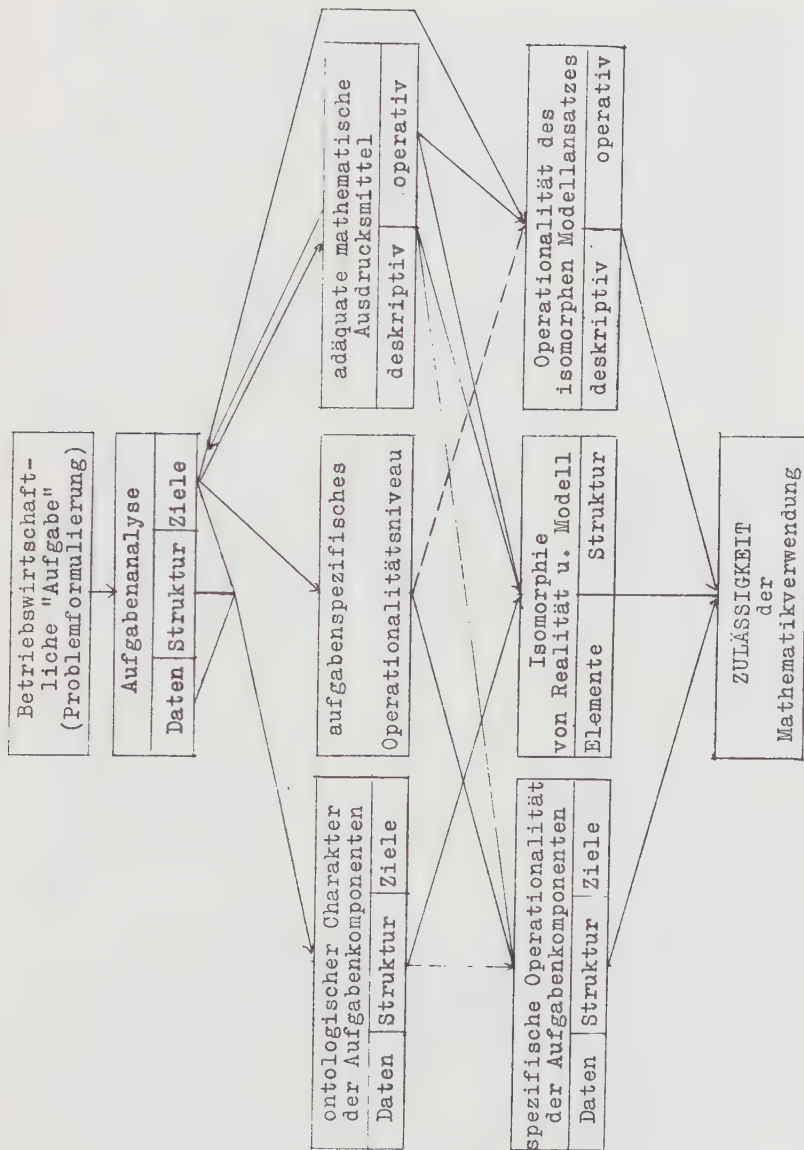
2) vgl. die Analogie zur "vollständig formulierten Entscheidungsaufgabe" (Klein, H.K., a.a.O., S. 32)

sigkeit der Mathematikverwendung in der Betriebswirtschaftslehre. Damit bleibt festzustellen, daß die Zulässigkeit der Mathematik in Abhängigkeit vom Kriterium der Operationalität durch einen technischen Abstimmungsprozeß zwischen Modellansatz und Methodik determiniert wird.

252 Die graphische Darstellung der technischen Zulässigkeitskriterien und ihrer Interdependenzen

---

Die wechselseitigen Zusammenhänge zwischen den technischen Determinanten der Zulässigkeit der Verwendung der Mathematik in der Betriebswirtschaftslehre können durch das folgende Diagramm veranschaulicht werden:



## Zusammenfassung und Schluß

In den letzten beiden Jahrzehnten fanden in der Betriebswirtschaftslehre immer häufiger mathematische Methoden Anwendung.<sup>1)</sup> Die Ursache für diese zunehmende Verbreitung liegt wohl zum Teil in allgemeinen sprach-ökonomischen Bestrebungen, vornehmlich aber darin, daß der Einsatz der EDV jedenfalls zur Zeit die Anwendung der mathematischen Sprache als Input- und Operatorensprache voraussetzt. Obwohl vielfache Bemühungen vorliegen, diese de facto Anwendung der Mathematik wissenschaftstheoretisch zu fundieren, liegt doch bis heute keine allgemein akzeptierte Konzeption dafür vor, wie die Mathematik im Lehrgebäude der theoretischen Betriebswirtschaftslehre methodologisch abzusichern sei. Die Aufgabe der vorliegenden Untersuchung wurde demzufolge in erster Linie darin gesehen, Ordnung in viele, sich widersprechende Anschauungen zu bringen, indem die Frage, ob und inwieweit die instrumentale Verwendung mathematischer Methoden in der Betriebswirtschaftslehre zulässig sei, einer exakten Analyse unterzogen wurde.

Bei näherer Betrachtung stellte sich heraus, daß dieses Zulässigkeitsproblem offenbar doppelschichtiger Natur ist und daher eine Untersuchung aus mehreren Blickwinkeln erfordert: Neben der wissenschaftstheoretischen Dimension des Problem es erwies sich die sprachlogisch-technische als ebenfalls bedeutsam für das Untersuchungsergebnis.

In der wissenschaftstheoretischen Betrachtung wurde zunächst der Charakter der Formalwissenschaft Mathematik als ontologisch-neutrale Relationslehre gekennzeichnet. Verschiedene Analogien zur Fachsprache legten es nahe,

---

1) z.B. Produktionstheorie, Verfahren des Operations-Research usw.

die Mathematik als sprachliches Instrument besonderer Prägung zu bezeichnen und die Funktionen der Mathematik in der Betriebswirtschaftslehre als sprachliche Funktionen zu identifizieren. Somit konnte die Zulässigkeitsfrage als vornehmlich linguistisches Problem präzisiert werden, nämlich ob die "Sprache" Mathematik in das Sprachsystem der betriebswirtschaftlichen Theoriebildung integriert werden könne. Zur Untersuchung dieser Frage wurde die Linguistik der realwissenschaftlichen Theoriebildung dargestellt, die dann explizit um die inhaltlichen Anforderungen, die die spezielle Konzeption der analytischen Wissenschaftstheorie an realwissenschaftliche Aussagen stellt, erweitert wurde.

Als Ergebnis der Analyse wurde festgestellt, daß die Verwendung mathematischer Verfahren in der Betriebswirtschaftslehre zwar generell zulässig sei, daß diese Aussage jedoch insofern relativiert werden müsse, als der Erkenntniswert mathematischer Tautologien beschränkt sei. Diese Einschränkung der allgemeinen Zulässigkeit ist allerdings in Abhängigkeit vom zugrundegelegten Prüfkriterium für den empirischen Gehalt der (mathematischen) Aussagen zu sehen und somit relativ.

Das zweite Kapitel der Untersuchung stellte die sprachlogisch-technische Problematik der Zulässigkeitsfrage in den Vordergrund der Betrachtung. Der erste Teilaspekt der Untersuchung manifestierte sich in der realwissenschaftlich-problemorientierten Frage, ob betriebswirtschaftliche Probleme existieren (und gegebenenfalls welche), die einer mathematischen Bearbeitung nicht zugänglich sind. Die Hauptschwierigkeit bestand darin, die Vielfalt realer betriebswirtschaftlicher Probleme sprachlich zu erfassen. Hierfür erwies sich die Terminologie der allgemeinen Systemtheorie als geeignet, zumal sich diese gleichzeitig als adäquater Bezugsrahmen für die interdisziplinäre Betrachtung Betriebswirtschaftslehre -

Mathematik anbot. In zwei Ansätzen wurden die betriebswirtschaftlichen Probleme den mathematischen Bearbeitungsmethoden systematisch gegenübergestellt.

Als Ergebnis dieser Konfrontationen war festzuhalten, daß für alle derzeit definierbaren betriebswirtschaftlichen Probleme eine zulässige mathematische Bearbeitungstechnik existiert, d.h. daß die Verwendung mathematischer Methoden zur Bearbeitung betriebswirtschaftlicher Aufgabenstellungen generell zulässig sei. Diese Aussage war zweifach zu relativieren: Erstens historisch, da die zugrundeliegende Betrachtung als historisch relativ zu gelten hat und zweitens wegen der Annahme, daß die Güte der erzielbaren Bearbeitungsergebnisse unbeachtlich wäre.

An diese letztere technische Relativierung und die sie umgebenden Probleme knüpfte der zweite Teilaspekt der technisch-orientierten Betrachtung an: Jeder mathematischen Bearbeitung eines betriebswirtschaftlichen Problems geht ein "Transformationsprozeß" voraus, in dem das betriebswirtschaftliche Problem "mathematisiert" wird. Dieser Transformationsprozeß, seine Allokation, seine analytischen und synthetischen Unterphasen und ihre interne Hierarchie bilden das zentrale Untersuchungsobjekt.

Die Untersuchung der einzelnen Phasen des Prozesses zeigt, daß die generelle Zulässigkeit der Mathematikverwendung von drei Determinanten abhängt: der Operationalität der Problemkomponenten, dem Nachweis der Isomorphie und der Operationalität des Modellansatzes.

Als abschließendes Ergebnis der Untersuchung kann demnach festgestellt werden, daß die instrumentale Verwendung der Mathematik in der betriebswirtschaftslehre generell zulässig ist, wobei allerdings die drei oben genannten technischen Determinanten als "Nebenbedingungen"

dieser Zulässigkeit besonders beachtet werden müssen.

Durch dieses Untersuchungsergebnis erfährt die gesamte Problematik der Anwendung mathematischer Verfahren in der Betriebswirtschaftslehre eine andere Akzentuierung: Es handelt sich hierbei weniger um die direkte Frage der Anwendbarkeit, d.h. der Zulässigkeit der Anwendung, sondern vielmehr darum, ob die Anwendung mathematischer Methoden im Einzelfall zweckdienlich und insbesondere "wirtschaftlich" ist.



L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

- Ackermann, W., Philosophische Bemerkungen zur mathematischen Logik und zur mathematischen Grundlagenforschung, in: Ratio Bd.1, 1957, S. 1 ff.
- Adam, A., Kybernetische Probleme im Industriebetrieb, in: Wissenschaft und Praxis, Köln-Opladen 1967, S. 329 ff.
- Adam, A., Messen und Regeln in der Betriebswirtschaft, Würzburg 1959
- Adam, A., Helten, E., Scholl, F., Kybernetische Modelle und Methoden, Köln-Opladen 1970
- Albach, H., Entscheidungsprozeß und Informationsfluß in der Unternehmensorganisation, in: Organisation, Hrsg.: E. Schnauffer u. K. Agthe, Berlin-Baden-Baden 1961, S. 355 ff.
- Albert, H., Der moderne Methodenstreit und die Grenzen des Methodenpluralismus, in: Jahrbuch für Sozialwissenschaft, 53.Jg., N.F. Jg. 12, 1961, S. 143 ff.
- Albert, H., Modellplatonismus, in: Sozialwissenschaft und Gesellschaftsgestaltung, Hrsg.: ders. und F. Karrenberg, Berlin 1963, S. 45 ff.
- Albert, H., Probleme der Theoriebildung, in: Theorie und Realität, Hrsg.: ders., Tübingen 1964, S. 3 ff.
- Albert, H., Probleme der Wissenschaftslehre in der Sozialforschung, in: Handbuch der empirischen Sozialforschung, Hrsg.: R. König, Stuttgart 1962, S. 38 ff.
- Albert, H., Theorien in den Sozialwissenschaften, in: Theorie und Realität, Hrsg.: ders., 2.unveränd. Aufl., Tübingen 1972, S. 3 ff.

- Albert, H., Theorie und Prognose in den Sozialwissenschaften, in: Logik der Sozialwissenschaften, Hrsg.: E. Topitsch, Köln-Berlin 1968, S. 126 ff.
- Albert, H., (Hrsg.), Theorie und Realität, Tübingen 1964 (1972, 2. Aufl.)
- Albert, H., Karrenberg, F. (Hrsg.), Sozialwissenschaft und Gesellschaftsgestaltung, Berlin 1963
- Allen, R.G.D., Mathematik für Volks- und Betriebswirte, Berlin 1956
- Allen, R.G.D., Mathematische Wirtschaftstheorie, Berlin 1971
- Angermann, A. (Hrsg.), Betriebsführung und Operations Research, Frankfurt/M. 1963
- Angermann, A., Entscheidungsmodelle, Frankfurt/M. 1963
- Angermann, A., Unternehmerische Entscheidungen und Operations Research, in: Betriebsführung und Operations Research, Hrsg.: ders., Frankfurt/M. 1963, S. 9 ff.
- Ashby, W.R., An Introduction to Cybernetics, 5. Impression, London 1963
- Ashby, W.R., Simulation of a Brain, in: Computer Applications in the Social Sciences, ed. by H. Borko, Englewood Cliffs, N.J. 1962, S. 452 ff.
- Asser, G., Einführung in die mathematische Logik, T. 1, Leipzig 1959
- Baeumler, A., Schröter, M. (Hrsg.), Handbuch der Philosophie, München-Berlin 1927
- Beale, E.M.L., Hughes, P.A.B., Broadbent, S.R., A Computer Assessment of Media Schedules, deutsch: Bewertung von Mediaplänen mit Hilfe von Computern, in: forschen - planen - entscheiden 3 (1967), S. 148 ff.

- Beckerath, E.v., et al. (Hrsg.), Handwörterbuch der Sozialwissenschaften, Stuttgart-Tübingen-Göttingen 1965
- Beer, S., Kybernetik und Management, Frankfurt/M. 1963
- Beishon, J., Peters, G. (eds.), Systems Behaviour, London-New-York-Evanston-San Francisco 1972
- Bergner, H., Grundzüge der formalen Logik für den betriebswirtschaftlichen Gebrauch, in: Die Betriebswirtschaft in der zweiten industriellen Evolution, Festschr.f. T. Beste, Hrsg., Kortzfleisch, G.v., Berlin 1969, S. 1 ff.
- Bertalanffy, L.v., An Outline of General Systems Theory, in: The British Journal for the Philosophy of Science, Bd.1 1950, S. 134 ff.
- Bertalanffy, L.v., General Systems Theory, in: General Systems, Bd.1, Ann Arbor 1956, S. 1 ff.
- Bertalanffy, L.v., Zu einer allgemeinen Systemlehre, in: Biologia Generalis, Bd. XIX, Heft 1 1949, S. 114 ff.
- Bidlingmaier, J., Unternehmensziele und Unternehmensstrategien, Wiesbaden 1964
- Bierfelder, W., Wege und Irrwege mathematischen Denkens in Wirtschaftstheorie und Unternehmenspolitik, Nürnberg 1958
- Bloech, J., Die Fehlerrechnung als Hilfsmittel der betrieblichen Planung, in: ZfbF 1969, S. 347 ff.
- Blohm, H., Betriebliches Berichtswesen und Rechnungswesen - Versuch einer Abgrenzung, in: Rechnungswesen und Betriebswirtschaftspolitik, hrsg. v. M. Layer u. H. Strebel, Berlin 1969, S. 17 ff.
- Blohm, H., Zur Frage des Operations Research als Hilfsmittel für Management-Entscheidungen, in: Probleme der Unternehmensführung, Hrsg.: H. Koller u. H.-P. Kicherer, München 1971, S. 180 ff.

- Bocheński, J.M., Formale Logik, Freiburg-München 1956
- Bocheński, J.M., Wege zum Philosophischen Denken, 4. Aufl., Freiburg-Basel-Wien 1962
- Bocheński, J.M., Zeitgenössische Denkmethoden, Berlin-München 1965
- Bocheński, J.M., Menne, A., Grundriß der Logistik, 2. Aufl., Paderborn 1962
- Böhm, H.H., Operationenforschung, Berlin-Baden-Baden 1961
- Boole, G., The Mathematical Analysis of Logic, Being an Essay Toward a Calculus of Deductive Reasoning, London-Cambridge 1847
- Borko, H. (Ed.), Computer Applications in the Social Sciences, Englewood Cliffs/N.J. 1962
- Boulding, K.E., General Systems Theory - The Skeleton of Science, in: General Systems, Bd.1, Ann Arbor 1956, S. 11 ff.
- Brand, H.W., Über die Fruchtbarkeit mathematischer Verfahren in der Wirtschaftstheorie, Frankfurt/M. 1959
- Bratschitsch, K., Vodrazka, K. (Hrsg.), Beiträge zur Begriffsbildung und Methode der Betriebswirtschaftslehre, Festschr. f. W. Bouffier, Wien 1965
- Breuer, J., Einführung in die Mengenlehre, Hannover-Paderborn 1964
- Briggs, G.E., Engineering Systems Approach to Organizations, in: New Perspectives in Organization Research, Eds.: W.W. Cooper, H.J. Leavitt, M.W. Shelly II, New York-London-Sydney 1964, S. 487 ff.
- Buchmann, K.-H., Quantitative Planung des Marketing-Mix auf der Grundlage empirisch verfügbarer Informationen, Berlin-New York 1973
- Bunge, M., Scientific Research, Vol.II, The Search for Truth, Berlin-Heidelberg-New York 1967

- Carnap, R., Abriß der Logistik mit besonderer Berücksichtigung der Relations-  
theorie und ihrer Anwendungen,  
Wien 1929
- Carnap, R., Der logische Aufbau der Welt.  
Scheinprobleme der Philosophie,  
2. Aufl., Hamburg 1961
- Carnap, R., Einführung in die symbolische Lo-  
gik mit besonderer Berücksichtigung  
ihrer Anwendungen, Wien 1960
- Carnap, R., Introduction to Semantics and  
Formalization of Logic,  
Cambridge/Mass. 1961
- Carnap, R., Logische Syntax der Sprache,  
Wien 1934
- Carnap, R., The Methodological Character of  
Theoretical Concepts, in: The  
Foundations of Science and the  
Concepts of Psychology and Psycho-  
analysis, Eds.: H. Feigl,  
M. Scriven, 5. Ed., Minneapolis  
1964, S. 38 ff.
- Carnap, R., Stegmüller, W., Induktive Logik und Wahr-  
scheinlichkeit, Wien 1959
- Chase, S., Die Macht des Wortes, München 1955
- Cherry, C., Kommunikationsforschung - eine  
neue Wissenschaft, Hamburg 1963
- Churchman, C.W., Einführung in die Systemanalyse,  
München 1971
- Churchman, C.W., Ackoff, R.L., Arnoff, E.L., Operations  
Research, Wien-München 1966
- Churchman, C.W., Ratoosh, P. (Eds.), Measurement Defini-  
tions and Theories, New York-  
London 1959
- Coenenberg, A.G., Die Kommunikation in der Unterneh-  
mung, Wiesbaden 1966
- Cohen, K.J., Cyert, R.M., Computer Models in Dynamic  
Economics, in: Cyert, R.M., March,  
J.G. (Eds.), A Behavioral Theorie  
of the Firm, Englewood Cliffs,  
N.J. 1963

- Conradi, J., Operationsanalytische Modelle der Kapazitätsdisposition aus produktionstheoretischer Sicht, Diss. München 1973
- Cooper, W.W., Leavitt, H.J., Shelly II, M.W. (Eds.), New Perspectives in Organization Research, New York-London-Sydney 1964
- Cyert, R.M., March, J.G. (Eds.), A Behavioral Theory of the Firm, Englewood Cliffs, N.J. 1963
- Czayka, L., Über die Bedeutung der Formalwissenschaften für die Wirtschaftswissenschaft, in: Operations Research-Verfahren II, Hrsg.: Henn, R., Meisenheim am Glan 1965, S. 311 ff.
- Czemper, K.A., Operations Research und Systemforschung, Heidelberg 1963
- Deutsch, K.W., The Nerves of Government, London-Galt 1963
- Dichtl, E., Zur Problematik der Ableitung exakter Lösungen im Absatzbereich, in: Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis 1970, S. 129 ff.
- Diemer, A.v., Frenzel, J. (Hrsg.), Das Fischer Lexikon, Bd.II, 2. Aufl., Frankfurt/M. 1958
- Dlugos, G., Die analytische Wissenschaftstheorie als Regulativ betriebswirtschaftlicher Forschung, in: Wissenschaftstheorie und Betriebswirtschaftslehre, Hrsg.: Dlugos, G., Eberlein, G., Steinmann, H., Düsseldorf 1972, S. 21 ff.
- Dlugos, G., Eberlein, G., Steinmann, H. (Hrsg.), Wissenschaftstheorie und Betriebswirtschaftslehre, Düsseldorf 1972
- Dreger, W., Entscheidungsplanung und -Findung als Organisationsaufgabe, in: Unternehmensführung auf neuen Wegen, Hrsg.: R.W. Stöhr, Wiesbaden 1967, S. 151 ff.

- Dubach, P., Die Kybernetik als theoretische, praktische und interdisziplinäre Wissenschaft, in: Industrielle Organisation 38, 1969, Nr. 7, S. 280 ff.
- Dück, W., Bliefernich, M. (Hrsg.), Operationsforschung 3, Berlin 1972
- Dürr, K., Die mathematische Logik von Leibniz, Studia Philosophica, Bd. 7, 1947
- Engels, W., Betriebswirtschaftliche Bewertungslehre im Licht der Entscheidungstheorie, Köln-Opladen 1962
- Enzensberger, H.M. (Hrsg.), Kursbuch, Frankfurt/M. 1967
- Erdmann, K.O., Die Bedeutung des Wortes - Aufsätze aus dem Grenzgebiet der Sprachpsychologie und Logik, 2. Aufl., Leipzig 1910
- Faber, G., Über die Stellung der Mathematik im Geistesleben. Wissenschaftliche Vorträge, gehalten auf der Hochschultagung 1926, der TH München, München 1927
- Feigenbaum, E.A., Feldman, J. (Eds.), Computer and Thought, New York-San Francisco-etc. 1968
- Feigl, H., Some Remarks on the Meaning of Scientific Explanation, in: Readings in Philosophical Analysis, New York 1949
- Feigl, H., Brodbeck, M. (Eds.), Readings in the Philosophy of Science, New York 1953
- Feigl, H., Scriven, M. (Eds.), The Foundations of Science and the Concepts of Psychology and Psychoanalysis, Minneapolis 1964
- Feigl, H., Sellars, W. (Eds.), Readings in Philosophical Analysis, New York 1949
- Fels, E., Tintner, G., Methodik der Wirtschaftswissenschaft, in: Methoden der Sozialwissenschaften, Hrsg.: Thiel, M., München-Wien 1967, S. 3 ff.

- Fischer, G.,                   Methodik und Probleme der Betriebs-  
politik, in: Rechnungswesen und  
Betriebswirtschaftspolitik,  
Festschr. f. G. Krüger, Hrsg.:  
M. Layer u. H. Strebel, Berlin 1969,  
S. 79 ff.
- Fischer-Winkelmann, W.F.,   Methodologie der Betriebs-  
wirtschaftslehre, München 1971
- Fitzgerald, J.J.,           Peirce's Theory of Signs as a  
Foundation for Pragmatism. Studies  
in Philosophy XI., The Hague -  
Paris 1966
- Flechtner, H.J.,           Grundbegriffe der Kybernetik,  
Stuttgart 1966
- Frege, G.,                  Grundgesetze der Arithmetik, be-  
griffsschriftlich abgeleitet,  
2 Bde., Jena 1893/1903
- Freytag-Löringhoff, B.v.,   Über die Bedeutung der Mathe-  
matik für die Philosophie, in:  
Studium Generale Bd. 6, 1953,  
S. 601 ff.
- Fuchs, H.,                  "Systemtheorie", in: Handwörterbuch  
der Organisation, hrsg. v. E. Groch-  
la, Stuttgart 1969
- Gäfigen, G.,                Theorie der wirtschaftlichen Ent-  
scheidung, Tübingen 1963
- Geiger, T.,                 Ideologie und Wahrheit, Stuttgart-  
Wien 1953
- Gerich, O.,                 Zur Methodologie einer empirischen  
Betriebswirtschaftslehre, Diss.  
Marburg 1961
- Glöckner, P.-H.,           Über das Finden von Begriffen. Eine  
erkenntnistheoretisch-logische  
Untersuchung unter besonderer Be-  
rücksichtigung der Betriebswirt-  
schaftslehre, Diss. TU Berlin 1962
- Graumann, C.F. (Hrsg.),   Denken, Neue wissenschaftliche  
Bibliothek, 3, Köln-Berlin 1965
- Griese, J.,                 Adaptive Verfahren im betrieblichen  
Entscheidungsprozeß, Würzburg-  
Wien 1972

- Grochla, E. (Hrsg.), Handwörterbuch der Organisation, Stuttgart 1969
- Grochla, E., Modelle als Instrumente der Unternehmensführung, in: ZfbF 1969, S. 382 ff.
- Grochla, E. (Hrsg.), Organisation und Rechnungswesen, Festschr. f. E. Kosiol, Berlin 1964
- Grochla, E., Systemtheorie und Organisations-  
theorie, in: ZfB 1970, S. 1 ff.
- Grochla, E., Unternehmensorganisation, Reinbek  
1972
- Gue, D.L., Thomas, M.E., Mathematical Methods in Operations Research, New York-London 1968
- Gümbel, R., Rechnungswesen und Unternehmensforschung im Handel, in: Unternehmensforschung im Handel, Hrsg.:  
Gümbel, R., Brauer, K.M., Liebmann, H.-P., Müller-Hagedorn, L., Rüschlikon-Zürich 1969, S. 1 ff.
- Gümbel, R., Brauer, K.M., Liebmann, H.-P., Müller-Hagedorn, L. (Hrsg.), Unternehmensforschung im Handel, Rüschlikon-Zürich 1969
- Gutenberg, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Bd. 1, Die Produktion, 17. Aufl., Berlin-Heidelberg-New York 1970
- Hahn, H., Logik, Mathematik und Naturerkennen, Wien 1933
- Hartmann, B., Mathematik und Betriebswirtschaft, in: ZfB 1953, S. 73 ff.
- Hasenack, W., Betriebliches Rechnungswesen als Führungshilfe, in: Probleme der Unternehmensführung, hrsg. v. H. Koller u. H.P. Kicherer, München 1971, S. 210 ff.
- Hass, O., Versuch einer quantitativen Explikation der Dezentralisation von Entscheidungsprozessen in Unternehmen, in: Probleme der Unternehmensführung, hrsg. v. H. Koller u. H.P. Kicherer, München 1971, S. 157 ff.

- Häusler, J., Der Führungsprozeß in der industriellen Unternehmung, in: Stöhr, R.W. (Hrsg.), Unternehmensführung auf neuen Wegen, Wiesbaden 1967, S.49 ff.
- Hax, H., Die Koordination von Entscheidungen. Ein Beitrag zur betriebswirtschaftlichen Organisationslehre, Köln-Berlin-Bonn-München 1965
- Heinen, E., Betriebswirtschaftliche Kostenlehre, Bd. 1, 2. Aufl., Wiesbaden 1965
- Heinen, E., Das Zielsystem der Unternehmung, Wiesbaden 1966
- Heinen, E. (Hrsg.), Industriebetriebslehre, 3.durchges. Aufl., Wiesbaden 1974
- Heinen, E., Industriebetriebslehre als Entscheidungslehre, in: Industriebetriebslehre, Hrsg.: ders., 3.durchges. Aufl., Wiesbaden 1974, S. 25 ff.
- Heinen, E., Zum Wissenschaftsprogramm der entscheidungsorientierten Betriebswirtschaftslehre, in: ZfB 1969, S. 207 ff.
- Hempel, C.G., Aspects of Scientific Explanation. And Other Essays in the Philosophy of Science, 2nd ed., New York-London 1968
- Hempel, C.G., On the Nature of Mathematical Truth, in: Readings in Philosophical Analysis, ed. by H. Feigl, W. Sellars, New York 1949, S.222 ff.
- Hempel, C.G., Oppenheim, P., The Logic of Explanation, in: Feigl, H., Brodbeck, M. (Eds.), Readings in the Philosophy of Science, New York 1953, S. 319 ff.
- Henn, R., Möglichkeiten, Ziele und Grenzen der Anwendung formaler Methoden in den Wirtschaftswissenschaften, in: Die Unternehmung 1964, S. 76 ff.
- Henn, R., Ökonometrie, in: HdSW, Bd. 5, Göttingen 1964, S. 51
- Henn, R. (Hrsg.), Operations Research-Verfahren II., Meisenheim am Glan 1965

- Hermes, H., Einführung in die mathematische Logik, Stuttgart 1963
- Heyting, A., Mathematische Grundlagenforschung. Intuitionismus, Beweistheorie, Berlin 1934
- Hitch, C., McKean, R., Suboptimization in Operations Research, in: OR for Management, Vol.I 1954, S. 171 ff.
- Hoffmann, F., Das Rechnungswesen als Subsystem der Unternehmung, in: ZfB 1971, S. 363 ff.
- Hösch, F., Über die Erkenntnisleistung mathematischer Methoden in der Wirtschaftstheorie, Diss. München 1967
- Huang, D.S., Introduction to the Use of Mathematics in Economic Analysis, New York-London-Sydney 1964
- Huch, B., Zur Organisation eines operablen Rechnungswesens im betrieblichen Entscheidungsprozeß, in: ZfB 1972, S. 761 ff.
- Jenkins, G.M., The Systems Approach, in: Systems Behaviour, Eds.: Beishon, J., Peters, G., London-New York-Evanston-San Francisco 1972, S. 56 ff.
- Jirasek, J., Mai, D., Kybernetisches Denken in der Betriebswirtschaft, in: Schriftenreihe: Grundlagen und Praxis der Betriebswirtschaft, Bd. 26, Hrsg.: RKW, Berlin 1972
- Jünger, F.G., Sprache und Kalkül, in: Sprache und Denken, Frankfurt/M. 1962
- Juhos, B., Die Erkenntnis und ihre Leistung, Wien 1950
- Juhos, B., Die neue Logik als Voraussetzung der wissenschaftlichen Erkenntnis, in: Studium Generale Bd. 6, 1953, S. 593 ff.
- Juhos, B., Elemente der neuen Logik, Frankfurt/M.-Wien 1954

- Kade, G., Die Grundannahmen der Preistheorie  
- Eine Kritik an den Ausgangssätzen  
der mikroökonomischen Modellbil-  
dung, Berlin-Frankfurt/M. 1962
- Kade, G., Die logischen Grundlagen der mathe-  
matischen Wirtschaftstheorie als  
Methodenproblem der theoretischen  
Ökonomik, Berlin 1958
- Kade, G., Die Verdächtigung der exakten Wirt-  
schaftstheorie, in: Jahrbücher für  
Nationalökonomie und Statistik,  
Bd. 169, 1957, S. 1 ff.
- Kainz, F., Psychologie der Sprache, Bd. 1,  
Grundlagen der allgemeinen Sprach-  
psychologie, 3. Aufl., Stuttgart 1962
- Kamlah, W., Lorenzen, P., Logische Propädeutik oder  
Vorschule des vernünftigen Redens,  
Mannheim 1967
- Kant, I., Prolegomena zu einer jeden künftigen  
Metaphysik, die als Wissenschaft  
wird auftreten können, Hamburg 1953
- Kappler, E., Der Lernprozeß der Unternehmung,  
Diss. München 1970
- Katterle, S., Normative und explikative Betriebs-  
wirtschaftslehre, Göttingen 1964
- Katz, D., Kahn, R.L., The Social Psychology of Organiza-  
tions, New York-London-Sydney 1966
- Kempski, J.v., Brechungen, Reinbek 1964
- Kempski, J.v., Der Aufbau der Erfahrung und das  
Handeln, Arch. der Phil., Bd. 6,  
1956/1957
- Kempski, J.v., Handlung, Maxime, Situation. Zur  
logischen Analyse der mathematischen  
Wirtschaftstheorie, in: Theorie  
und Realität, Hrsg. Albert, H.,  
Tübingen 1964, S. 233 ff.
- Kempski, J.v., Zur Logik der Ordnungsbegriffe, be-  
sonders in den Sozialwissenschaf-  
ten, Wiederabdr. in: Theorie und  
Realität, Hrsg. Albert, H., Tübin-  
gen 1964, S. 209 ff.

- Kicherer, H.-P., Zur Bedeutung des Systemgedankens für die Lehre von der Unternehmensführung und ihrer praktischen Anwendung, in: Probleme der Unternehmensführung, Hrsg.: H. Koller, H.-P. Kicherer, München 1971, S. 46 ff.
- Kircher, P., Fundamentals of Measurement, in: Readings in Management, ed. by M.D. Richards, W.A. Nielander, 2nd.ed., Cincinnati/Ohio 1963, S. 588 ff.
- Kirsch, W., Bamberger, J., Gabele, E., Klein, H.K., Betriebswirtschaftliche Logik, Wiesbaden 1973
- Kirsch, W., Entscheidungsprozesse II., Informationsverarbeitungstheorie des Entscheidungsverhaltens, Wiesbaden 1971
- Kirsch, W., Entscheidungsprozesse III., Entscheidungen in Organisationen, Wiesbaden 1971
- Klaus, G., Die Macht des Wortes, 5. Aufl., Berlin 1969
- Klaus, G. (Hrsg.), Wörterbuch der Kybernetik, Berlin 1968
- Klein, H.K., Heuristische Entscheidungsmodelle, Diss. München 1969
- Kloidt, H., Grundsätzliches zum Messen und Regeln in der Betriebswirtschaft, in: Organisation und Rechnungswesen, hrsg. v. E. Grochla, Berlin 1964, S. 283 ff.
- Kloten, N., Kuhn, H., Wirtschaftswissenschaften: Methodenlehre II. Formen positiver Methodologie, in: HdSW, hrsg. v. E.v. Beckerath, et al., Bd. 12, Stuttgart-Tübingen-Göttingen 1965, S. 288 ff.
- Köhler, R., Theoretische Systeme der Betriebswirtschaftslehre im Lichte der neuen Wissenschaftslogik, Stuttgart 1966
- Koller, H., Simulation als Methode in der Betriebswirtschaft, in: ZfB 1966, S. 95 ff.

- Koller, H., Kicherer, H.P. (Hrsg.), Probleme der Unternehmensführung, Festschr. f. E.H. Sieber, München 1971
- König, R. (Hrsg.), Handbuch der empirischen Sozialforschung, Stuttgart 1962
- Korlen, G., Zur Entwicklung der deutschen Sprache diesseits und jenseits des eisernen Vorhangs, in: TZ 4/1962, S. 259 ff.
- Kortzfleisch, G.v. (Hrsg.), Die Betriebswirtschaftslehre in der zweiten industriellen Evolution, Festschr. f. T. Beste, Berlin 1969
- Kosiol, E., Betriebswirtschaftslehre und Unternehmensforschung. Eine Untersuchung ihrer Standorte und Beziehungen auf wissenschaftlicher Grundlage, in: ZfB 1964, S. 743 ff.
- Kosiol, E., Die Unternehmung als wirtschaftliches Aktionszentrum, Reinbek 1966
- Kosiol, E., Modellanalyse als Grundlage unternehmerischer Entscheidungen, in: ZfbF 1961, S. 381 ff.
- Kosiol, E., Szyperski, N., Chmielewicz, K., Zum Standort der Systemforschung im Rahmen der Wissenschaften, in: ZfbF 1965, S. 337 ff.
- Kraft, V., Der Wiener Kreis, Wien 1950
- Kraft, V., Die Grundformen der wissenschaftlichen Methoden, Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien. Phil.-hist.kl., Bd. 203 III, Wien 1926
- Kraft, V., Erkenntnislehre, Wien 1960
- Krauch, H., Wege und Ziele der Systemforschung, Dortmund 1963
- Krelle, W., Gelöste und ungelöste Probleme der Unternehmensforschung, Düsseldorf 1962

- Kroeber-Riel, W. (Hrsg.), Wissenschaftliche Betriebsführung und Betriebswirtschaftslehre, Festschr. f. O.R. Schnutenhaus, Berlin 1969
- Kroeber-Riel, W., Wissenschaftstheoretische Sprachkritik in der Betriebswirtschaftslehre, Berlin 1969
- Kulhavy, E., Betriebswirtschaftslehre und Systemforschung, in: Beiträge zur Begriffsbildung und Methode der Betriebswirtschaftslehre, Festschr. f. W. Bouffier, Hrsg.: R. Bratschitsch u. K. Vodrazka, Wien 1965, S. 81 ff.
- Kulhavy, E., Operations Research. Die Stellung der Operationsforschung in der Betriebswirtschaftslehre, Wiesbaden 1963
- Kyrer, A., Das Werkzeug der Nationalökonomie, Wien-Stuttgart 1964
- Lakatos, I., Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes, in: Criticism and the Growth of Knowledge, ed. by I. Lakatos and A. Musgrave, Cambridge 1970, S. 91 ff.
- Lakatos, I., Proofs and Refutations, in: The British Journal for the Philosophy of Science, Vol. XIV, 1963/64, S. 1 ff., S. 120 ff. und S. 296 ff.
- Lange, O., Ganzheit und Entwicklung in kybernetischer Sicht, 2. Aufl., Berlin 1967
- Laszlo, E., A Systems Philosophy of Human Values, in: Behavioral Science, Vol. 18, Nr. 4, 1973, S. 250 ff.
- Lausberg, F.W., Zum Problem der Steuersystemkonzeption aus der Sicht der betriebswirtschaftlichen Steuerlehre, in: ZfB 1972, S. 421 ff.
- Layer, M., Strebel, H. (Hrsg.), Rechnungswesen und Betriebswirtschaftspolitik, Festschr. f. G. Krüger, Berlin 1969
- Leinfellner, W., Struktur und Aufbau wissenschaftlicher Theorien, Wien-Würzburg 1965

- Leinfellner, W., Zum Sprachkritischen Methodenstreit in der Betriebswirtschaftslehre, in: ZfbF 1970, S. 582 ff.
- Lense, J., Vom Wesen der Mathematik und ihren Grundlagen, München 1949
- Lesourne, J., Unternehmensführung und Unternehmensforschung, München-Wien 1964
- Levi-Strauss, C., Die Mathematik vom Menschen, in: Kursbuch, Hrsg.: H.M. Enzensberger, Bd. 8, Frankfurt/M. 1967, S. 180 ff.
- Litterer, J.A., The Analysis of Organizations, New York-London-Sydney 1965
- Lorenzen, P., Formale Logik, 3. Aufl., Berlin 1967
- Luhmann, N., Funktionen und Folgen formaler Organisation, Berlin 1964
- Mackenroth, G., Sinn und Ausdruck in der sozialen Formenwelt, Meisenheim a.G. 1952
- Maier, N.R.F., Das Denken beim Menschen, in: Denken, Neue wissenschaftliche Bibliothek 3, Hrsg.: Graumann, C.F., Köln-Berlin 1965, S. 241-265
- Maser, S., Grundlagen der allgemeinen Kommunikationstheorie, Stuttgart-Berlin-Köln-Mainz 1971
- Mayo, E., The Human Problems of an Industrial Civilization, 2nd.ed., Boston/Mass. 1946
- Mellerowicz, K., Die Wissenschaft im luftleeren Raum, in: Betriebswirtschaftliche Umschau 1966, S. 367 ff.
- Mertens, P., Simulation, Stuttgart 1969
- Mesarović, M.D., Foundations for a General Systems Theory, in: Proceedings of the Second Systems Symposium at Case Institute of Technology, Ed.by. M.D. Mesarović, New York-London-Sydney 1964, S. 1 ff.
- Mesarović, M.D. (Ed.), Proceedings of the Second Systems Symposium at Case Institute of Technology, New York-London-Sydney 1964

- Miller, E.J., Rice, A.K., Systems of Organization, New York-London-etc. 1967
- Minsky, M., Steps Toward Artificial Intelligence, in: Computer and Thought, Eds.: Feigenbaum, E.A., Feldman, J., New York-San Francisco-etc. 1968, S. 406 ff.
- Mirow, H.M., Kybernetik. Grundlage einer allgemeinen Theorie der Organisation, Wiesbaden 1969
- Morgenstern, O., Logistik und Sozialwissenschaften, in: Logik der Sozialwissenschaften, Hrsg.: E. Topitsch, Köln-Berlin 1968, S. 315 ff.
- Morgenstern, O., Über die Genauigkeit wirtschaftlicher Beobachtungen, 2.neubearb. Aufl., Wien-Würzburg 1965
- Morris, C., Signs, Language and Behavior, New York 1946
- Moxter, A., Grenzen der Verfahrensforschung (Operations Research) im betriebswirtschaftlichen Bereich, in: Der Österreichische Betriebswirt, 1963, S. 181 ff.
- Müller, W., Die Simulation betriebswirtschaftlicher Informationssysteme, Wiesbaden 1969
- Müller, W., Technik und Leistungsfähigkeit betriebswirtschaftlicher Simulationsstudien, in: ZfB 1968, S. 605 ff.
- Müller-Merbach, H., Operations Research als Optimalplanung, in: ZfhF 1963, S. 191 ff.
- Nagel, E., The Structure of Science, London 1961
- Nagel, E., Cohen, M.R., The Nature of Logical or Mathematical System, in: Readings in the Philosophy of Science, New York 1953, S. 129 ff.
- Nemtschinow, W.S., Ökonomisch-mathematische Methoden und Modelle, übers. v. O. Kratsch, Berlin 1965

- Nemtschinow, Dadajan, et al., Mathematische Methoden in der Wirtschaft, Berlin 1944
- Neuhauser, G., Grundfragen wirtschaftswissenschaftlicher Methodik, in: Methoden der Sozialwissenschaften, Hrsg.: Thiel, M., München-Wien 1967, S. 95 ff.
- Neumann, J.v., Morgenstern, O., Theory of Games and Economic Behavior, 5. Aufl., Princeton 1953
- Paulsson Frenckner, T., Betriebswirtschaftslehre und Verfahrensforschung, in: ZfhF 1957, S. 56 ff.
- Pfanzagl, J., Das Verhältnis der Wirtschaftswissenschaft zur Statistik, in: Verhältnis der Wirtschaftswissenschaft zur Rechtswissenschaft, Soziologie und Statistik, Hrsg.: E. Raiser, H. Sauermann, E. Schneider, Berlin 1964, S. 361 ff.
- Pfanzagl, J., Die axiomatischen Grundlagen einer allgemeinen Theorie des Messens, Würzburg 1959
- Pfanzagl, J., Theory of Measurement, Würzburg-Wien 1968
- Philipp, F., Betriebswirtschaftslehre, Betriebswirtschaft und Mathematik, in: ZfB 1960, S. 540 ff.
- Popp, W., Operations Research im Dienst der Betriebswirtschaftslehre, in: Die Unternehmung 1968, S. 44 ff.
- Popper, K.R., Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge, New York-Evanston 1968, S. 36 ff.
- Popper, K.R., Die Zielsetzung der Erfahrungswissenschaft, in: Theorie und Realität, Ausgewählte Aufsätze zur Wissenschaftslehre der Sozialwissenschaften, Hrsg.: H. Albert, 2.veränd. Aufl., Tübingen 1972, S. 30ff.
- Popper, K.R., Logik der Forschung, Tübingen 1966

- Kago, L.J.v., Die Anwendung des Operations Research im betrieblichen Wirtschaftsleben, in: Unternehmensforschung, Hrsg.: S. Sagoroff u. A. Adam, Würzburg 1960, S. 68 ff.
- Raiser, L., Sauermann, H., Schneider, E. (Hrsg.); Verhältnis der Wirtschaftswissenschaft zur Rechtswissenschaft, Soziologie und Statistik, Berlin 1964
- Reichardt, H., Mathematische Wirtschaftstheorie, in: HdSW Bd. 7, Stuttgart-Tübingen-Göttingen 1961
- Reichwald, R., Die menschliche Arbeit in der betriebswirtschaftlichen Produktionstheorie - Eine methodologische Analyse, Diss. München 1973
- Richards, M.D., Nielander, W.A. (Eds.), Readings in Management, 2nd.ed., Cincinnati/Ohio 1963
- RKW (Hrsg.), Grundlagen und Praxis der Betriebswirtschaft, Berlin 1972
- Rodenstock, R., Grenzen der Rechenhaftigkeit bei unternehmerischen Entscheidungen, in: Wissenschaftliche Betriebsführung und Betriebswirtschaftslehre, Festschr. f. O. Schnutenhaus, Hrsg.: W. Kroeber-Riel, Berlin 1969, S. 227 ff.
- Rohracher, H., Einführung in die Psychologie, 8. Aufl., Wien-Innsbruck 1963
- Rühl, G., Arbeitswissenschaftliche Optimierung technischer und organisatorischer Systeme, in: Stöhr, R.W. (Hrsg.), Unternehmensführung auf neuen Wegen, Wiesbaden 1967, S.90 ff.
- Sagoroff, S., Die Anwendung der Statistik in der Nationalökonomie und der Physik, in: Statistische Vierteljahresschrift, Bd. VIII, Wien 1955, S. 160 ff
- Sagoroff, S., Adam, A. (Hrsg.), Unternehmensforschung, Würzburg 1960

- Sapir, E., Die Sprache. Eine Einführung in das Wesen der Sprache, München 1961
- Scherer, F., Planungsmethoden als Instrumente der Unternehmensführung, Diss. München 1968
- Scheuch, E., Skalierungsverfahren in der Sozialforschung, in: Hdb. der empirischen Sozialforschung, Stuttgart 1962, S. 348 ff.
- Scheuch, F., Zur Verwendung lerntheoretischer Grundlagen in der Betriebswirtschaftslehre, in: ZfB 1971, S.541 ff.
- Schlemmer, B., Die mathematische Systemtheorie als Hilfe bei der Bildung betriebswirtschaftlicher Modelle, in: ZfB 1970, S. 769 ff.
- Schlick, M., Allgemeine Erkenntnislehre, 1.-2. Aufl., Berlin 1918/1925
- Schmidt, A., Die mathematische Struktur eines Wissensgebietes und ihre Festlegung, in: Studium Generale, Bd. 3 (1950), S. 678 ff.
- Schnauffer, E., Agthe, K. (Hrsg.), Organisation, Berlin-Baden-Baden 1961
- Schneeweiß, H., Entscheidungskriterien bei Risiko, Berlin-Heidelberg-New York 1967
- Schneider, E., Einführung in die Wirtschaftstheorie, Bd. 1, Theorie des Wirtschaftskreislaufs, Tübingen 1964
- Schreiber, R., Erkenntniswert betriebswirtschaftlicher Theorien, Wiesbaden 1960
- Schröter, K., Was ist eine mathematische Theorie?, in: Jahresbericht der Deutschen Mathematikervereinigung, Bd. 53, 1943
- Schulze, H.-H., Zum Problem der Messung des wirtschaftlichen Handelns mit Hilfe der Bilanz, Berlin 1966
- Schweiker, K.F., Grundlagen einer Theorie betrieblicher Datenverarbeitung, Wiesbaden 1966

- Seiffert, H., Einführung in die Wissenschaftstheorie, 1.Bd., Sprachanalyse, Deduktion, Induktion in Natur- und Sozialwissenschaften, München 1969
- Sommer, F., Einführung in die Mathematik für Studenten der Wirtschaftswissenschaften, Berlin-Heidelberg-New York 1967
- Soom, E., Die Anwendung quantitativer Methoden zum Lösen von Unternehmungsproblemen, in: Strukturwandlungen der Unternehmung, Hrsg.: H. Ulrich, V. Ganz-Keppeler, Bern-Stuttgart 1969, S. 245 ff.
- Staehle, W.H., Kennzahlen und Kennzahlensysteme, Diss. München 1967
- Stegmüller, W., Hauptströmungen der Gegenwartsphilosophie, 3.erw. Aufl., Stuttgart 1965
- Stegmüller, W., Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und analytischen Philosophie, New York-Heidelberg, Bd. 1, 1969; Bd. 2, 1970
- Stegmüller, W., Wissenschaftstheorie, in: Das Fischer Lexikon Bd. II, Hrsg.: A.v. Diemer u. J. Frenzel, 2. Aufl., Frankfurt/M. 1958
- Stehli, R.H., Mathematische Betrachtungen über die doppelte Buchhaltung, Zürich 1968
- Steinmann, H., Planungsmodelle zur optimalen Lösung von Zielkonflikten, in: Layer, M., Strebel, H. (Hrsg.), Rechnungswesen und Betriebswirtschaftspolitik, Berlin 1969, S.95 ff.
- Steinmann, H., Matthes, W., Wissenschaftstheoretische Überlegungen zum System Gutenbergs, in: Dlugos, G., Eberlein, G., Steinmann, H. (Hrsg.), Wissenschaftstheorie und Betriebswirtschaftslehre, Düsseldorf 1972, S. 119 ff.
- Stöhr, R.W. (Hrsg.), Unternehmensführung auf neuen Wegen, Wiesbaden 1967

- Szyperski, N.,            Zur Anwendung des Terminus "Pagatorisch", in: Organisation und Rechnungswesen, Hrsg.: E. Grochla, Berlin 1964, S. 351 ff.
- Szyperski, N.,            Zur Problematik der quantitativen Terminologie in der Betriebswirtschaftslehre, Berlin 1962
- Tarski, A.,              Introduction to Logic and to Methodology of Deductive Sciences, 3.Ed., New York 1965
- Taylor, F.W.,            Die Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung, München-Berlin 1922
- Theil, H.,                Okonometrie und Unternehmensforschung. Ihre Überschneidungen und Wechselwirkungen, in: Operations Research-Verfahren II., Hrsg.: Henn, R., Meisenheim a.G. 1965, S. 7 ff.
- Thiel, M., (Hrsg.).      Methoden der Sozialwissenschaften, München-Wien 1967
- Topitsch, E. (Hrsg.),    Logik der Sozialwissenschaften, Köln-Berlin 1968
- Tricker, R.J.,            Systems Study and the Accountant, in: Accountant, Vol. 155, 1966, S. 581 ff.
- Ulrich, H.,              Die Unternehmung als produktives soziales System, Stuttgart 1968
- Ulrich, H., Ganz-Keppeler, V. (Hrsg.);    Strukturwandlungen der Unternehmung, Festschr. f. E. Gsell, Bern-Stuttgart 1969
- Villers, R.,              Dynamic Management in Industry, Englewood Cliffs 1960
- Weber, H.H.,             Einführung in Operations Research, Frankfurt/M. 1972
- Wegner, G.,              Systemanalyse und Sachmitteleinsatz in der Betriebsorganisation, Wiesbaden 1969
- Wein, H.,                Sprache und Wissenschaft, in: SuW, S. 13 ff.

- Wein, H., Sprachphilosophie der Gegenwart, Den Haag 1963
- Weinberg, P., Betriebswirtschaftliche Logik, Bd.1 d. Schriftenreihe: Wissenschaftstheorie der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Hrsg.: G. Eberlein, W. Kroeber-Riel, Düsseldorf 1971
- Weissinger, J., Wesenszüge des mathematischen Denkens, Karlsruher Akademische Reden, N.F. Nr. 20, Karlsruhe 1962
- Wetzel, W., Skarabis, H., Naeve, P., Büning, H., Mathematische Propädeutik für Wirtschaftswissenschaftler, 2. Aufl., Berlin-New York 1972
- Weyl, H., Philosophie der Mathematik und der Naturwissenschaft, in: Hdb. der Philosophie, Hrsg.: A. Baeumler, M. Schröter, München-Berlin 1927
- Whitesitt, J.E., BOOLEsche Algebra und ihre Anwendungen, Braunschweig 1964
- Wiener, N., Kybernetik, 2. Aufl., Düsseldorf-Wien 1963
- Wieser, W., Organismen, Strukturen, Maschinen. Zu einer Lehre vom Organismus, Frankfurt/M. 1959
- Wild, J., Grundlagen und Probleme der betriebswirtschaftlichen Organisationslehre, Berlin 1966
- Wittgenstein, L., Tractatus logico-philosophicus, Tagebücher 1914-1916, Philosophische Untersuchungen, Frankfurt 1963
- Wittmann, W., Betriebswirtschaftslehre und Operations Research, in: ZfhF 1958, S. 285 ff.
- Wöhe, G., Methodologische Grundprobleme der Betriebswirtschaftslehre, Meisenheim a.G. 1959

- Zimmermann, H.-J., Mathematische Entscheidungsfor-  
schung und ihre Anwendung auf die  
Produktionspolitik, Berlin 1963
- Zypkin, A., Adaption und Lernen in automatischen  
Systemen - Ergebnisse, Probleme,  
Perspektiven, München-Wien 1966

### Lebenslauf

Geboren : 03. Februar 1945  
in Hof/Saale

Eltern : Fritz Auffhammer, Speditionskaufmann,  
und Ehefrau Irene, geb. Münch

Schule : 1951 - 1955 Schiller-Volksschule in Hof  
1955 - 1964 Jean-Paul-Gymnasium in Hof

Reifeprüfung : Sommer 1964  
am Jean-Paul-Gymnasium in Hof

Wehrdienst : 1964 - 1966; September 1966 Entlassung  
als Leutnant d.R.

Studium : 1966 - 1971 Studium der Betriebswirt-  
schaftslehre an der Ludwig-Maximilians-  
Universität in München

Examen : Frühjahr 1971 Ablegen der Diplom-  
prüfung für Kaufleute

Anschließende Tätigkeit: Sommersemester 1973 Tätigkeit als Lehr-  
assistent an der Universität München.  
Anfertigen einer Dissertation.





